

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О.Ф. Луговський
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2020 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра**

з спеціальності **131 Прикладна механіка**

(код і назва)

на тему: **Розробка гідравлічної системи автоматичного розвантаження
контейнера для морських перевезень**

Виконав: студент 4 курсу, групи _____ МА-61-1
(шифр групи)

Сиров Микита Сергійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник Коваль Олексій Дмитрович к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці _____ ст.викладач Ковтун А.І. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант з технології машинобудування к.т.н., доц. Кореньков В.М. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 рік

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут механіко-машинобудівний

(повна назва)

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

(повна назва)

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О.Ф. Луговський

(підпис)

(прізвище ініціали)

“ ____ ” _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Сирову Микиті Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту **Розробка гідравлічної системи автоматичного розвантаження контейнера для морських перевезень**

керівник проекту Коваль Олексій Дмитрович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від «20» травня 2020 року № 1120-с

2. Термін подання студентом проекту 09.06.2020

3. Вихідні дані до проекту: об'єм контейнера, тип вантажу, щільність вантажу, розміри контейнера.

4.Зміст пояснювальної записки:

Розділ 1 – Огляд методів і машин для перевантаження сипучих матеріалів.

Розділ 2 – Обґрунтування вибору конструкції автоматизованого перевантажувача.

Розділ 3 – Розрахунок гідравлічної системи.

Розділ 4 – Технологія машинобудування.

Розділ 5 – Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо)

Загальний вигляд контейнера, принципова гідравлічна схема автоматизованого контейнера, складальний кресленник гідроциліндра, кресленик деталей, презентація.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	ст.викл. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

7. Дата видачі завдання - 30.03.20

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Зробити літературний та патентний пошук існуючих методів розвантаження	30.03.20-20.04.20	
2	Визначити недоліки переваги. Обґрунтувати вибір методу та обрати схему розвантаження	20.04.20-05.05.20	
3	Розробити схеми. Провести розрахунки елементів схеми.	05.05.20-10.05.20	
4	Підібрати гідроапарати	05.05.20-12.05.20	
5	Розробка заходів с охорони праці	12.05.20-15.05.20	
6	Розробка технології виготовлення деталі	15.05.20-20.05.20	
7	Оформлення графічного матеріалу	10.05.20-31.05.20	
8	Оформлення пояснювальної записки	01.06.20-08.06.20	

Студент

(підпис)

Сиров М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Коваль О.Д.

(прізвище та ініціали)

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Розробка гідравлічної системи автоматичного розвантаження
контейнера для морських перевезень

АНОТАЦІЯ

В дипломному проекті розглянуто питання перевантаження сипучих матеріалів в морських портах. Описано технологію, схеми і способи перевантаження насипних вантажів.

Дипломна робота містить такі розділи:

- огляд методів і машин для перевантаження сипучих матеріалів;
- вибір конструкції автоматизованого перевантажувача та її обґрунтування;
- розрахунок системи;
- технологія машинобудування;
- охорона праці.

В процесі роботи було виконано розрахунок параметрів гідросистеми та гідроциліндрів, гідравлічний розрахунок та розрахунок на міцність. Проведено переобладнання стандартного 20-тифутового морського контейнера. Розроблено гідравлічну схему автоматичного розвантажувача.

Робота містить 9 таблиць, 22 рисунка, 15 літературних джерел та 1 додаток.

Гідропривід, перевантаження, гідроциліндр, морський контейнер, автоматичний, робоча рідина, витрата, тиск, навантаження.

ANNOTATION

The diploma project considers the issue of transshipment of bulk materials in seaports. The technology, schemes and methods of bulk cargo handling are described.

Thesis contains the following sections:

- review of methods and machines for overloading bulk materials;
- the choice of the design of the automated reloaded and its substantiation;
- system calculation;
- engineering technology;
- occupational Health.

In the process, the calculation of hydraulic system parameters and hydraulic cylinders, hydraulic calculation and strength calculation were performed. The standard 20-foot sea container was re-equipped. The hydraulic scheme of the automatic unloader is developed.

The work contains 9 tables, 22 figures, 15 references and 1 appendix.

Hydraulic drive, overload, hydraulic cylinder, sea container, automatic, working fluid, flow, pressure, load.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД МЕТОДІВ І МАШИН ДЛЯ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ	10
1.1. Загальні відомості про технологію та способи вантажопереробки насипних і навалочних вантажів	11
1.2. Конструкції транспортно-вантажних комплексів для насипних і навалочних вантажів відкритого зберігання	12
РОЗДІЛ 2. ВИБІР КОНСТРУКЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПЕРЕВАНТАЖУВАЧА ТА ЇЇ ОБҐРУНТУВАННЯ	19
2.1. Переобладнання та механізація морського контейнера	23
2.2. Вибір схеми гідросистеми	25
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ	30
3.1. Розрахунок тиску на стінки контейнера і зусилля що діє на гідроциліндри	30
3.2. Вибір розмірів гідроциліндра	35
3.3. Гідравлічний розрахунок	36
3.3.1. Вибір робочої рідини	38
3.3.2. Визначення тисків в порожнинах гідроциліндрів і витрати насосної установки	40
3.3.3. Вибір насосного агрегату і об'єму баку	42

					МА6107.ДПО1.00.00.00 ПЗ			
					Розробка гідравлічної системи автоматичного розвантаження контейнера для морських перевезень. Пояснювальна записка			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата				
Разраб.		Сиров С.М.			Лист 6 Листов 74			
Провер.		Коваль Д.О.						
Т. Контр.					ММІ ПГМ			
Реценз.								
Н. Контр.		Гришко І.А.						
Утв.								

3.3.4.	Визначення розмірів трубопроводів	46
3.4.	Розрахунок на міцність	47
РОЗДІЛ 4.	ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ	52
4.1.	Технологічний контроль якості кресленика	52
4.2.	Технологічні операції.	54
РОЗДІЛ 5.	ОХОРОНА ПРАЦІ	62
5.1.	Електробезпека.	62
5.2.	Пожежна безпека.	63
5.3.	Загальна характеристика робочої зони	65
5.4.	Освітлення приміщень.	67
5.5.	Визначення відповідності освітленості приміщення нормативним значенням штучного освітлення робочої зони.	68
ВИСНОВКИ		71
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА		72

ВСТУП

Україна з її географічним розташуванням, а також економічним, торгово-логістичним і транспортним потенціалом має чудові можливості для того щоб стати великим та транспортним «хабом» (вузлом). Положення нашої країни дозволяє сполучати країни близького сходу зі Скандинавією, держави Західної Європи з Азією тощо. Ще на початку нашої ери одна з гілок найбільшого за всю історію торгівельно-транспортних коридорів Шовковий Шлях проходила по території сучасної України.

Важливість України як країни-транзитера підтверджують численні заяви експертів галузі та різноманітні дослідження. Так, за висновка досліджень відомого британського інституту Рендал Україна має найкращий коефіцієнт транзитності серед усіх країн Європи. Членство України в багатьох торгово-економічних об'єднаннях та організаціях таких як СОТ, РСАП, ОЧЕС, ЄБРР та ін. гарно ілюструють зацікавлення наших іноземних партнерів у тому щоб Україна мала потужну транспортно-логістичну інфраструктуру та забезпечувала постійно зростаючий попит на вантажоперевезення. Це підтверджують і цифри. Вантажообіг українських транспортних компаній збільшується з року в рік. У 2019 році цей показник показав ріст на 2,1% і загалом склав 338,9 мільярда тонно-кілометрів [1]. Згідно з планами вітчизняного розвитку транспортно-дорожнього комплексу (ТДК) на середньо- та довгостроковий період передбачено відчутну активізацію процесів інтеграції ТДК України до європейської та світової транспортних комплексів та систем.

Однак в цій галузі є ряд проблем які не дають повністю використовувати весь транспортно-торгівельний потенціал України. Головні з них це застаріла інфраструктура, недостатня кількість та погана якість рухомого складу, низька пропускна здатність вантажів транзитно-вантажних терміналів та перевалочних пунктів, тривалість перевалки сипучих вантажів, таких як зерно, вугілля, руда та різноманітні породи.

						Лист
						8
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Ці проблеми можна вирішити з допомогою інвестицій, які в свою чергу дозволять впроваджувати новітні технології, виконувати модернізацію інфраструктури терміналів, портів, перевалочних пунктів та інших транспортних вузлів. Тільки Європейський союз в найближчі 10 років планує реалізувати 39 проектів в транспортній сфері загальною вартістю 4,5 млрд євро.

Впровадження цих проектів спонукатиме до розвитку інші галузі вітчизняної промисловості, в першу чергу машинобудування. Яке своїми рішеннями та новими розробками допоможе покращити кількісні та якісні показники роботи вантажних терміналів та перевалочних вузлів. Головні з них це автоматизованість процесів, вантажообіг, продуктивність, легкий доступ перевантажуючих машин до транспорту.

Метою даного диплому є автоматизація перевантаження сипучих матеріалів впровадження гідравлічної системи, яка має бути спеціально розроблена під виконання цієї задачі.

						Лист
						9
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД МЕТОДІВ І МАШИН ДЛЯ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Перевантаження сипучих порід являє собою технологічний процес, мета якого передача вантажу з одного типу транспорту на інший або переміщення між майданчиками (сховищами) зберігання матеріалів.

За історію людства, особливо за останнє століття - в період активного науково-технічного прогресу було накопичено чималий досвід, напрацьовані моделі і принципи, реалізовано ті чи інші механізми передачі різних типів вантажів. Сукупність цих матеріалів являє собою фундамент на якому можна вибудовувати новітні технічні рішення, знаходити нові шляхи для вирішення сучасних проблем. Безумовно уже відомі конструкторські рішення мають свої переваги, які дозволяють вирішувати конкретні задачі, та недоліки, які не дають можливості вирішити інші, схожі, або ж аналогічні проблеми. Цьому аспекту потрібно приділити особливу увагу, адже синтез сучасних технологій які стрімко розвиваються і переваг, що мають механізми і машини, які уже використовуються тривалий час дозволить розширити ряд задач, які здатний виконати наша система.

Важливо також чітко розуміти умови задачі, вимоги які ставлять до перевантажувальних машин і механізмів. Технічне завдання є нашим відправним пунктом на шляху по якому буде рухатись розробка проекту.

У цьому розділі ми маємо розглянути:

- технологію та способи вантажопереробки насипних і навалочних вантажів;
- типові схеми механізації та варіанти транспортно-вантажних комплексів для насипних і навалочних вантажів.

						Лист
						10
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1.1. Загальні відомості про технологію та способи вантажопереробки насипних і навалочних вантажів

До навалювальних вантажів відносять різноманітні кускові, зернисті і порошкоподібні матеріали, які перевозять і зберігають без упаковки. У вантажообігу річкового транспорту навалочні вантажі займають найбільшу питому вагу.

За умовами перевезення і зберігання навалочні вантажі ділять на дві основні групи: вантажі, які можна зберігати на відкритих майданчиках і перевозити у відкритих судах і вагонах (вугілля, руда, нерудні будівельні матеріали, технічна сіль і ін.); вантажі, що вимагають для свого зберігання і перевезення переважно закритих складів і закритих транспортних засобів (харчова кухонна і калійна сіль і ін.).

При виборі способів перевантаження необхідно враховувати фізико-механічні та хімічні властивості навалювальних вантажів: об'ємну масу, вологість, залежуваність, кут природного укосу, допустиму висоту штабелювання, схильність до самозаймання та ін.

До перевезення, перевантаження і зберігання мінерально-будівельних матеріалів (пісок, гравій, піщано-гравійна суміш, щебінь, бутовий камінь) не пред'являється будь-яких особливих вимог. Ці вантажі не бояться атмосферних опадів і обміління. Висота їх складування досягає 16м. Більшість масових навалочних вантажів зберігають на відкритих складах.

Сучасні транспортно-вантажні машини насипних і навалочних вантажів являють собою складні технічні об'єкти, оснащені високопродуктивними підйомно-транспортними машинами, спеціальними будівельними спорудами і пристроями, засобами обчислювальної та організаційної техніки. Такі навалочні вантажі, як тверде паливо (вугілля, торф), інертні будівельні матеріали (пісок, щебінь, гравій), а також шихтові матеріали в тій або іншій кількості надходять на підприємства всіх галузей економіки.

						Лист
						11
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Залежно від розташування та дислокації транспортно-вантажної машини в виробничо-транспортній системі вони можуть виступати в якості складів готової продукції (у видобувній промисловості), перевалочних складів (на залізничних станціях, в морських і річкових портах), складів сировини і палива (на металургійних, хімічних, енергетичних, машинобудівних підприємствах).

Технологічний процес переробки навалювальних і насипних вантажів на транспортно-перевантажуючих комплексах включає в себе технологію розвантаження транспортних засобів (прийому вантажів), технологію складування і технологію відправлення (відвантаження) вантажів на виробництво або на зовнішній транспорт. Для реалізації цих технологічних процесів організовуються вантажно-розвантажувальні фронти, зони тимчасового і тривалого зберігання вантажів.

Внутрішньоскладські переміщення вантажів можуть здійснюватися грейферними кранами, пневмотранспортом, елеваторами, стрічковими конвеєрами і іншими машинами та пристроями. Зона тривалого зберігання зазвичай являє собою штабель різних форми і об'єму, що залежать як від місткості складу, застосовуваних засобів механізації, так і від специфічних обмежень, що накладаються вимогами пожежної безпеки та умовами збереження якості вантажів.

З метою зниження витрат на перевантаження вантажів на складах передбачається можливість прямої перевантаження вантажів з ділянки розвантаження на ділянку навантаження.

1.2. Конструкції транспортно-вантажних комплексів для насипних і навалочних вантажів відкритого зберігання

Варіанти побудови технологічних схем транспортно-вантажних комплексів дуже різноманітні. При їх компонуванні слід розрізняти три основних рішення технологічного процесу переробки навалювальних вантажів відкритого зберігання: розвантаження (прийом) вантажу з піввагона, що стоїть

						Лист
						12
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

на естакаді або підвищеному шляху, розвантаження методом вичерпування вантажу, розвантаження піввагона через відкриті люки в приймальний бункер і розвантаження піввагонів методом перекидання.

На рис. 1.1 наводяться приклади типових схем комплексної механізації складів, побудованих для технологічного процесу переробки вантажів відкритого зберігання (прийому, штабелювання і відправлення вантажів).

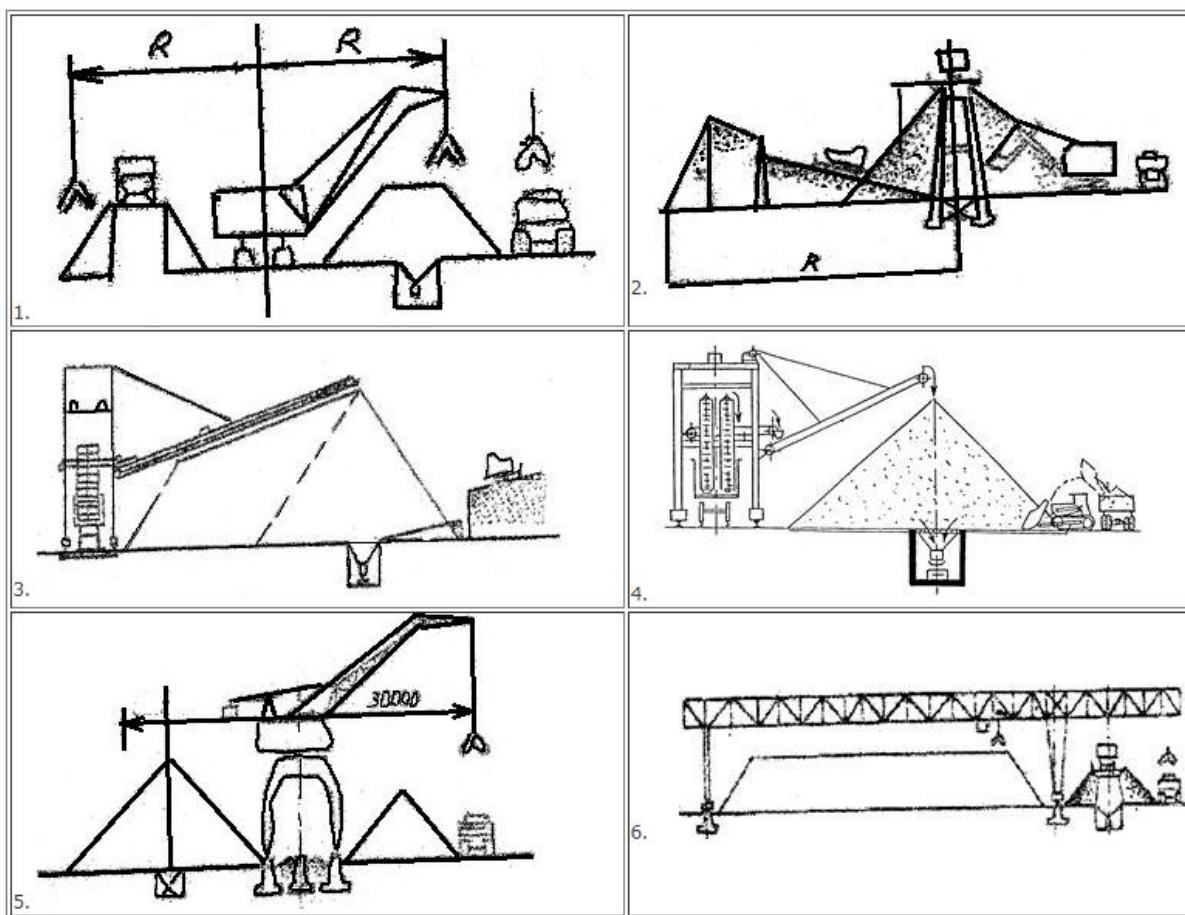


Рис.1.1. Типові схеми перевантаження сипочух матеріалів [2]

Схема 1 з використанням грейферного крана на гусеничному ході (виліт стріли 12-14 м) застосовується при невеликій ємності складу. Для механізації допоміжних операцій передбачається спеціальний самохідний портал, оснащений робочими містками для підходу робочих до люків піввагонів, люкозакривачем і підвісним електровібраторів для очищення піввагонів від залишків вантажу.

На схемі 2 представлено застосування високої естакади, бульдозерів і ковшового екскаватора (можливо також використання грейферного крана або навантажувача). На складах де зберігаються вантажі що не злежуються і не змерзаються під розвантажувальною естакадою в цій схемі розміщується стрічковий конвеєр для переміщення вантажу на виробництво. Бульдозерний спосіб переміщення вантажу можна використовувати при необхідності утворення ємнісних штабелів на додаток до основних штабелів, які обслуговує грейферними кранами.

Типові схеми механізації 3 і 4 показують використання елеваторного розвантажувача С-492 з хребтових штабелем, поперечний переріз якого може бути збільшено за рахунок скидання вантажу зі штабеля плужковим скидачем або відвальним стрічковим конвеєром, а на автотранспорт - різними навантажувачами. У разі необхідності влаштування складу більшої місткості на додаток до основного штабелю може бути створений (за допомогою бульдозерів або скреперної установки) штабель необхідної ємності.

Склади більшої місткості можуть бути обладнані за схемою 5 порталних краном, під порталом якого розміщується траншейно-естакадний приймальний пристрій. Спеціальний портал з пристосуваннями для механізації допоміжних операцій з піввагонами може переміщатися по підкранових колій порталного крана.

Потужний мостовий перевантажувач рис.1.1 (схема 6), рис.1.2, маючи під своєю консоллю високу розвантажувальну естакаду, обслуговує штабелі великої місткості, що розміщуються в прольоті перевантажувача, а нерідко і під іншою його консоллю. Висока вартість перевантажувача, незважаючи на його високу продуктивність, в окремих випадках змушує замінювати його потужними бульдозерами.

Перевагою мостових кранів є повне використання площі, так як не потрібно залишати проїзди, які потрібні при використанні наземних підйомно-транспортних машин. Серійно виготовляються ці крани вантажопідйомністю

						Лист
						14
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

від 5 до 250 т. Швидкість руху крана 40-150 м/хв. Швидкість руху візка по мосту 30-50 м/хв. Швидкість підйому гака 15-20 м/хв [2]. Мостові перевантажувачі включають велику різноманітність типів кранових установок (рис.1.2). Вони застосовуються в портах для обробки навалювальних вантажів.

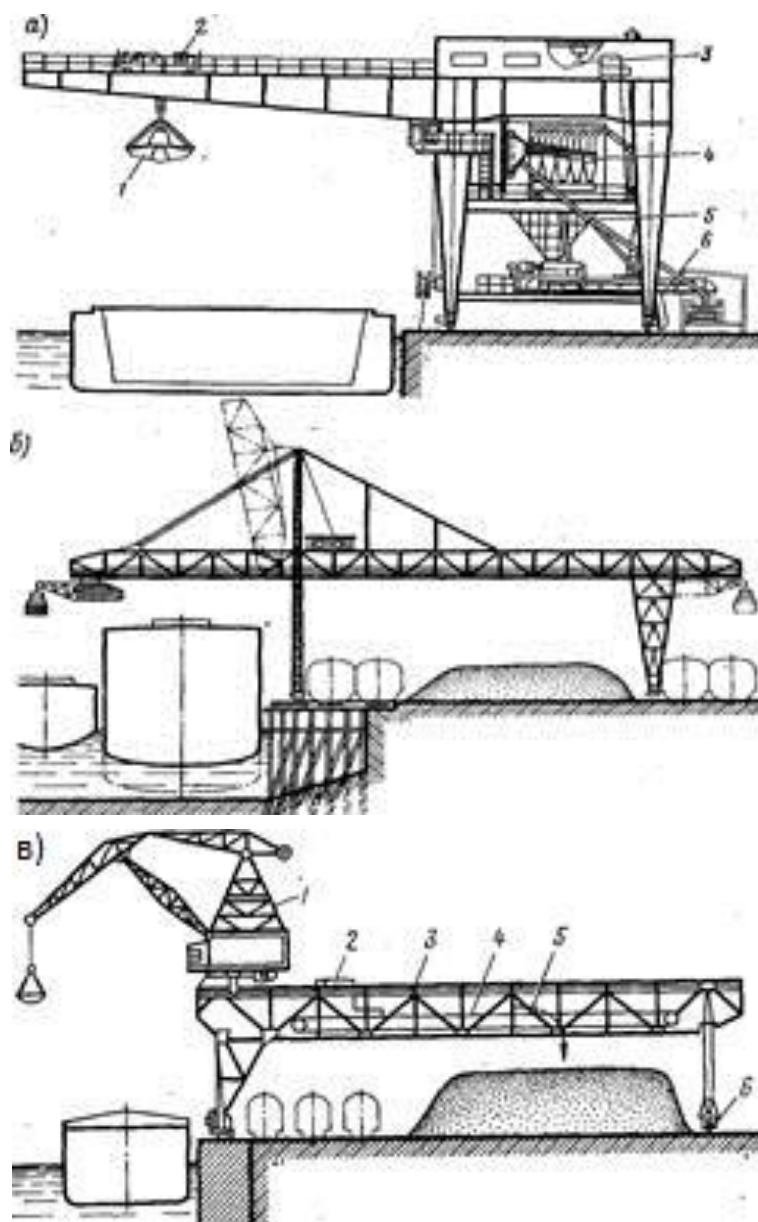


Рис.1.2. Мостові перевантажувачі: а – грейферно-бункерний; б – з мостовим візком; в – з поворотним краном

Мостові перевантажувачі мають бункери, поворотні крани, конвеєри, вагові пристрої і тд. На рис. 1.2, а) представлений грейферних-бункерний перевантажувач, призначений для розвантаження пилоподібного вантажу з

суден, і являє собою козловий кран з одного консоллю і бункером. Для запобігання запилення при висипанні вантажу з грейфера (1) останній разом з візком (2) заводиться в камеру (3) з закриваються отвором. Розвантажений з грейфера вантаж надходить в бункер (5) і далі на транспортер (6). Повітря з камери (3) відсмоктується і проходить очисну систему (4). На рис. 1.2, б) представлена схема мостового перевантажувача з підвісною візком, що переміщається по нижньому поясу ферми. Візок забезпечений поворотною стрілою. Основною перевагою візків з поворотною стрілою перед звичайними є можливість обслуговування без пересування моста смуги шириною, рівній подвоєному робочому вильоту стріли. Ця перевага особливо виявляється при великому прольоті перевантажувача, тривала робота якого без перестановки завжди бажана. При необхідності переміщення вантажів вздовж моста на значну відстань на перевантажувач встановлюють спільно з поворотним краном стрічковий транспортер. На рис. 1.2 в схематично представлений такий перевантажувач. Він складається з моста (3) з рухомим по його верхньому поясу поворотним краном (1). Уздовж моста встановлений транспортер (4) з пересувним скидачем (5), який допускає завантаження і розвантаження в будь-якій точці по довжині. З грейфера вантаж висипається в пересувний бункер (2), з якого він подається на транспортер. Перевантажувальний міст переміщається по рейкових шляхах (6), прокладених уздовж причалу. Підйомна надводна консоль в перевантажувальних мостах робиться для вільного підходу судна до причалу, на якому встановлено перевантажувач.

Одним із потужних і сучасних агрегатів, що служать для розвантаження відкритих залізничних вагонів і платформ, є вагоноперекидач (рис 1.3). Принцип його роботи полягає в тому, що залізнична платформа з вантажем встановлюється на майданчику вагоноперекидача, якій потім надається нахил, достатній для повного розвантаження платформи. В даний час вагоноперекидачі спеціального типу стали застосовуватися для розвантаження критих вагонів. Основною перевагою вагоноперекидача є висока

						Лист
						16
Изм.	Лист	№ документа	Підпись	Дата		

продуктивність, що забезпечує розвантаження до 30 і навіть 50 вагонів на годину. Істотний недолік вагоноперекидачів - великі капіталовкладення.

Бічні вагоноперекидачі застосовуються для розвантаження широкої колії і вузькоколійних платформ і напіввагонів, що мають бічну відкидну стінку, торцеві - для вагонів, що мають відкидні стінку. Ці вагоноперекидачі являють собою платформи з закріпленими на них рейками, які стиковані із залізничними коліями, по яких подаються вагони. Платформа вагоноперекидача має вісь обертання і привід, здатний повертати платформу навколо осі. У бічних вагоноперекидачах поворот здійснюється щодо поздовжньої осі, в торцевих - навколо осі, розташованої перпендикулярно залізничних коліях.

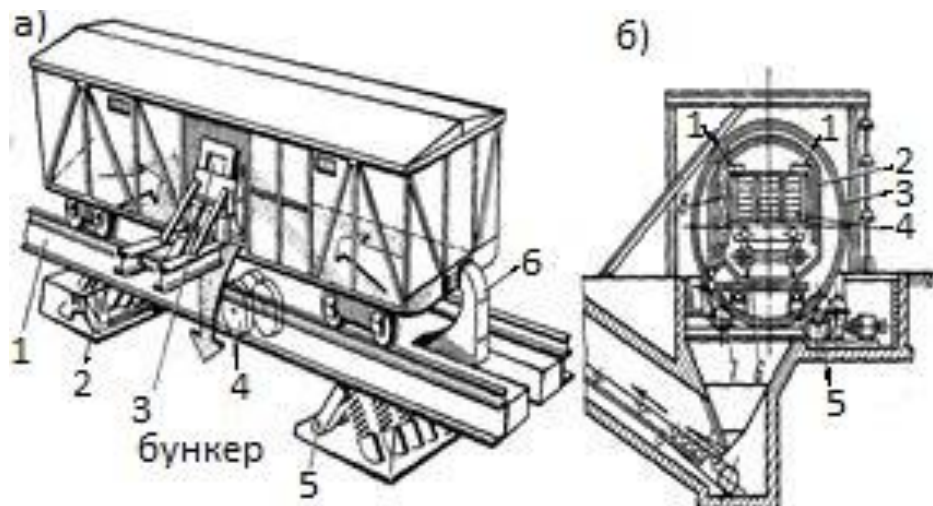


Рис.1.3. Вагоноперекидачі [2]

Для розвантаження критих вагонів з добре сипучим вантажем (зерно) застосовуються комбіновані вагоноперекидачі, в яких використаний принцип роботи бокового та торцевого перекидача. У цих установках вагону надається бічний ухил приблизно 15° , після чого в такому нахиленому стані платформа з встановленим на ній критим вагоном додатково нахиляється в площині осі вагона в одну, а потім в іншу сторону на кут до 40° . При цьому вагон майже повністю розвантажується через дверний проріз. Успішно здійснюється розвантаження критого вагона, що встановлюється на похило розташованій

підпружиненій платформі бічного вагоноперекидача з вібраторами, що створюють коливання всієї установки. На рис. 1.3, а) показаний вагон, встановлений на хиткій рамі (1), що повертається для розвантаження вагону на кут 10° відносно поздовжньої осі. Рама, що спирається на підпружинені важелі (2,5), отримує коливання від вібратора (4). Вагон на рамі закріплюється висунутими упорами (6). Щитовіджимачі (3) служать для віджимання щитів, які закладаються в дверні прорізи при завантаженні зерна [2].

Найбільш ефективними вагоноперекидачами, допускають 30 і навіть 50 циклів на годину, є кругові вагоноперекидачі. Один з типів представлений на рис. 1.3 б) Вагоноперекидач складається з металевої конструкції (2), по кінцях якої встановлено потужні кільця (3), що спираються на ролики (7). В середині металоконструкції на рівні залізничного полотна розташований майданчик (6) із закріпленим на ній рейковим шляхом, на який заочується вагон (4). Спеціальні опори (8) сприймають бічне зусилля при перекиданні вагона, а затискачі (1), що опускаються на вагон після його установки, забезпечують закріплення вагона всередині вагоноперекидача при повороті на кут більше 90° , здійснюваному від приводу (5) [2].

Висновки по першому розділу

Порівнюючи всі розглянуті схеми за умовами відвантаження з штабелів і щодо забезпечення ємності штабелів різної конфігурації, можна відзначити, що формування штабелів тієї чи іншої ємності і спосіб відвантаження з них обумовлюються в основному характеристиками вантажів. Так одні схеми перевантажень сипучих матеріалів мають високу продуктивність, однак їхня вартість є високою, тому їхнє застосування матиме сенс тільки при умові високого і стійкого вантажопотоку.

						Лист
						18
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

РОЗДІЛ 2. ВИБІР КОНСТРУКЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПЕРЕВАНТАЖУВАЧА ТА ЇЇ ОБҐРУНТУВАННЯ

У попередньому розділі було розглянуто схеми і конструкції вантажно-транспортних комплексів. Описано їхній принцип роботи, призначення та принцип роботи; виділено та підкреслено недоліки і переваги кожної із наведених схем.

Як зазначалось в першому розділі вибір схеми визначається такими основними факторами:

- характер вантажу;
- спосіб переміщення;
- дистанція переміщення.

Практично неможливо створити схему вантажно-транспортного механізму яка б забезпечувала одночасно і можливість переміщення вантажів різного характеру, і щоб спосіб переміщення був універсальним (різні види транспорту) та дешевим, і щоб переміщувати вантажі можна було б за потреби які на малі так і на великі дистанції.

На сьогоднішній день частка морських контейнерів (рис. 2.1) в загальному вантажопотоці сучасної логістики становить понад 80%. З цієї цифри можна зробити легкий приблизний підрахунок, що загальний обсяг морських контейнерів, що забезпечують транспортне сполучення перевищує 2 млн одиниць. Контейнери, що перевозяться морськими шляхами чи залізницею незалежно від своїх розмірів і типу є міцними і витривалими, як по внутрішньому (характер вантажу), так і по зовнішньому (навколишнє середовище) впливу. В той же час таке широке використання контейнерів зумовлене і їх низькою вартістю.

Конструкція контейнерів дозволяє перевозити їх залізничним (рис.2.2), морським, автомобільним та авіаційним транспортом. Вона є досить простою і універсальною, однак розрізняють контейнери за розміром (20-ти футові і 40-ка

						Лист
						19
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

футові) і тонажністю (крупнотонажні – більше 10 тон, середньотонажні – 3-10 тон і малотонажні – до 3 тон). Також можуть бути різні модифікації контейнерів як рефрижератори, у вигляді платформ і з відкритим верхом.

OCEAN CONTAINERS

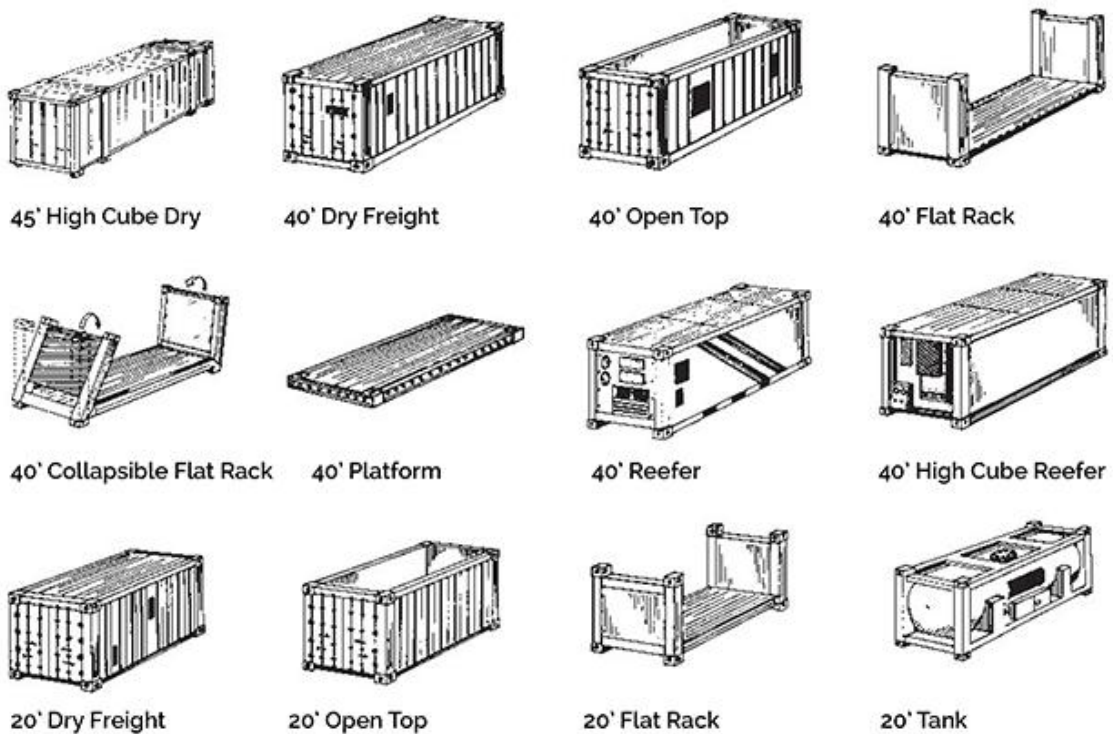


Рис.2.1. Варіації конструкцій морського контейнера [3]

Конструкція такої «тари» для вантажів як морський контейнер є хорошою базою для використання його в якості вантажно-транспортного комплексу або його елемента.

Механізація і переобладнання дозволить використовувати контейнер для перевантаження насипного вантажу в роботі з мостовим, грейферним та іншим типом кранів, при цьому лишає необхідності у використанні будь якого перекидача за використання його в якості тари для перевезень матеріалів залізничним чи автомобільним транспортом.

2.1. Переобладнання та механізація морського контейнера

Передусім, контейнер, як об'єкт майбутньої механізації і переобладнання нас зацікавлює наступними перевагами:

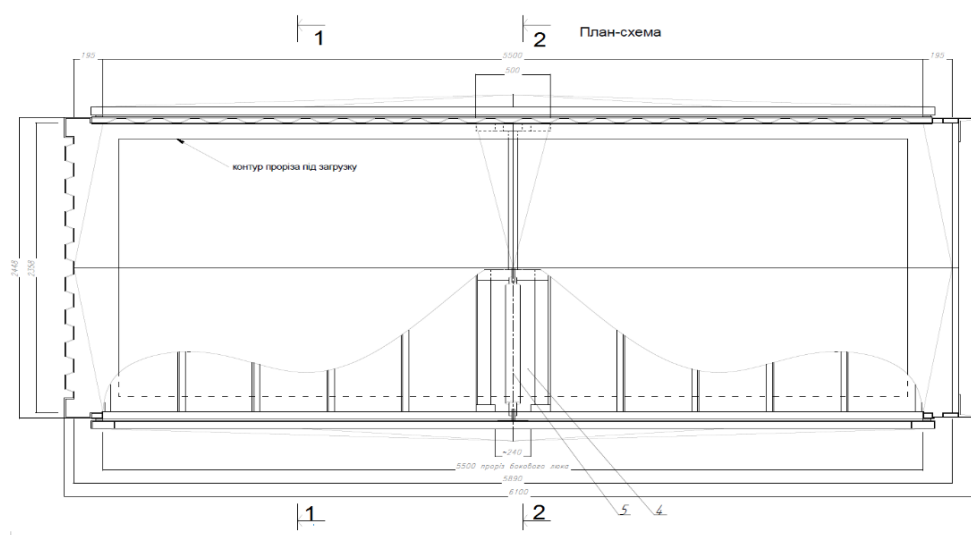
- наявність уже готових засобів і кріплень для переміщення за допомогою кранів, мобільних навантажувачів та маніпуляторів;
- наявні розміри та габарити уже відповідають транспортній інфраструктурі;
- відносна легкість переобладнання та доопрацювання зумовлена простотою конструкції;
- невисока вартість та легкодоступність деталей та запчастин.

На рисунку 2.2 показана план схема переобладнання контейнера. Рама і борти морського двадцятифунтового контейнера посилені за допомогою металопрокату, швелерів та квадратних труб, різного перерізу, це збільшить тривкість і жорсткість конструкції. Важливо оптимально провести посилення рами щоб при цьому забезпечити мінімальну масу контейнера.

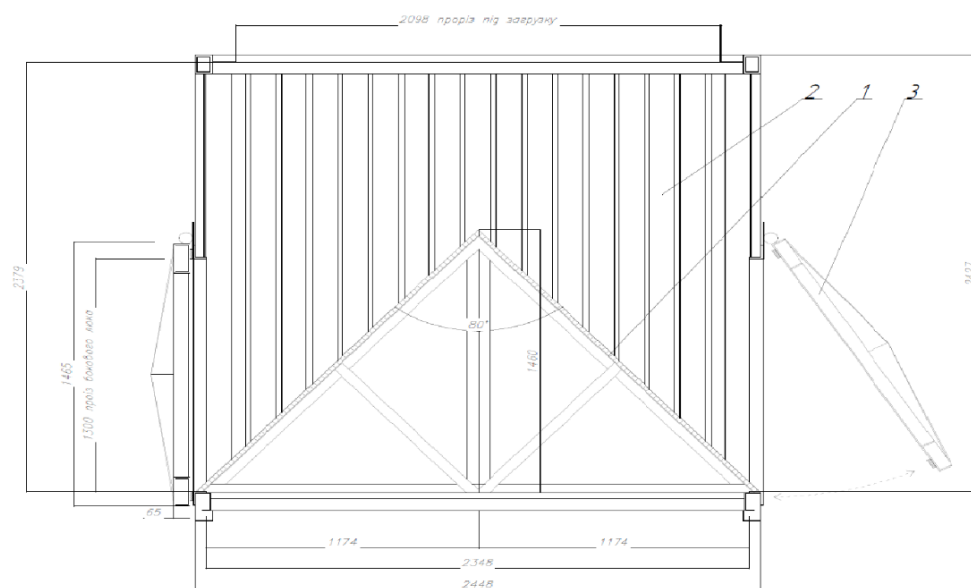
Зварна арка (поз. 1) показана на розрізі 1-1 являє собою кроквяну систему – яка складається з кроквяних ферм сполучених між собою балками і прогонами. Крокви кріпляться до стійок, які внизу з'єднані однією двотавровою балкою, а зверху гребенева балка. Арка покрита листовим металом, а сама зварна конструкція виконана із прямокутних тонкостінних труб різного перерізу, це забезпечить одночасно легкість і стійкість системи. Оскільки крокви розташовані під кутом, то вміст контейнера буде самовільно розвантажуватись при відкритті борта люка (поз. 4).

Борт виконаний із двох швелерів з'єднаних листовим металом, конструкція посилена ребрами і повздовжнім балками, які повинні забезпечити жорсткість борта при дії на нього зусилля, що виникатиме при завантаженні контейнера. Борт прикріплений до стінки контейнера приварними петлями. При відкритті борти повертатимуться відносно їх осі.

						Лист
						21
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



Розріз 1-1



Розріз 2-2

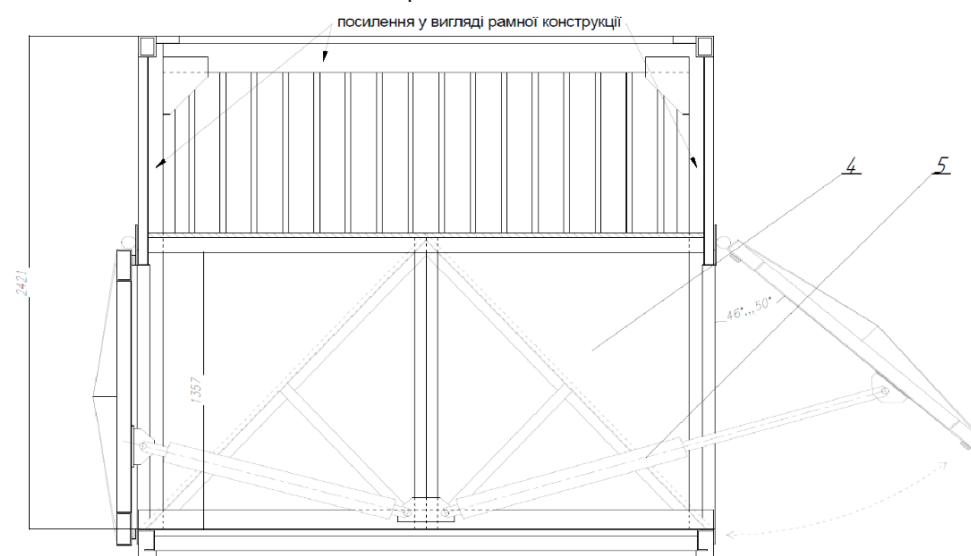


Рис.2.2. План-схема: 1 – арка; 2 – простір під завантаження; 3 – посилений люк;
4 – простір під розміщення гідроциліндрів та насосної станції

					Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	22

Кут відкриття бортів який забезпечуватиме вільне висипання вантажу становить 45...50° (розріз 2-2, рис. 2.2). Контури по яких відбувається з'єднання бортів і рами контейнера має додатково бути ущільненим для запобігання самовільного висипання вантажу при закритому люкові.

Відкриття бортів і утримання їх в закритому положенні при завантаженому контейнері здійснюється гідроциліндрами поз.5, які живитимуться від гідравлічної станції.

Гідроагрегат розташовуються компактно в по центру контейнера у відокремленій ніші. Таке розташування гіравлічної станції дозволяє не виходити за початкові габарити, які є у стандартного контейнера і усуває вплив шкідливих чинників навколишнього середовища (рис. 2.3). Обшивка поверхні арки містить зйомні металеві листи, через які здійснюватиметься доступ для установки гідросистеми, проводитиметься контроль рівня та долив робочої рідни, рівня забруднення фільтра та його заміна, наявність нерегламентованих витоків рідини, регулювання тиску тощо.

Розміри і розташування кріплень гідроциліндра визначатимуться із подальших розрахунків. Також об'єм бака і розташування гідравлічного обладнання підбиратимуться із подальших розрахунків та конструктивних міркувань, однак їхні габаритні розміри повинні дозволяти вільний монтаж компонентів та подальше технічне обслуговування.

Такий спосіб переобладнання контейнеру не зачіпає його кріплення, які будуть доступні для переміщення контейнера. Також залишається незмінним базовий каркас контейнера, натомість він тільки ще більше укріплюється.

						Лист
						23
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

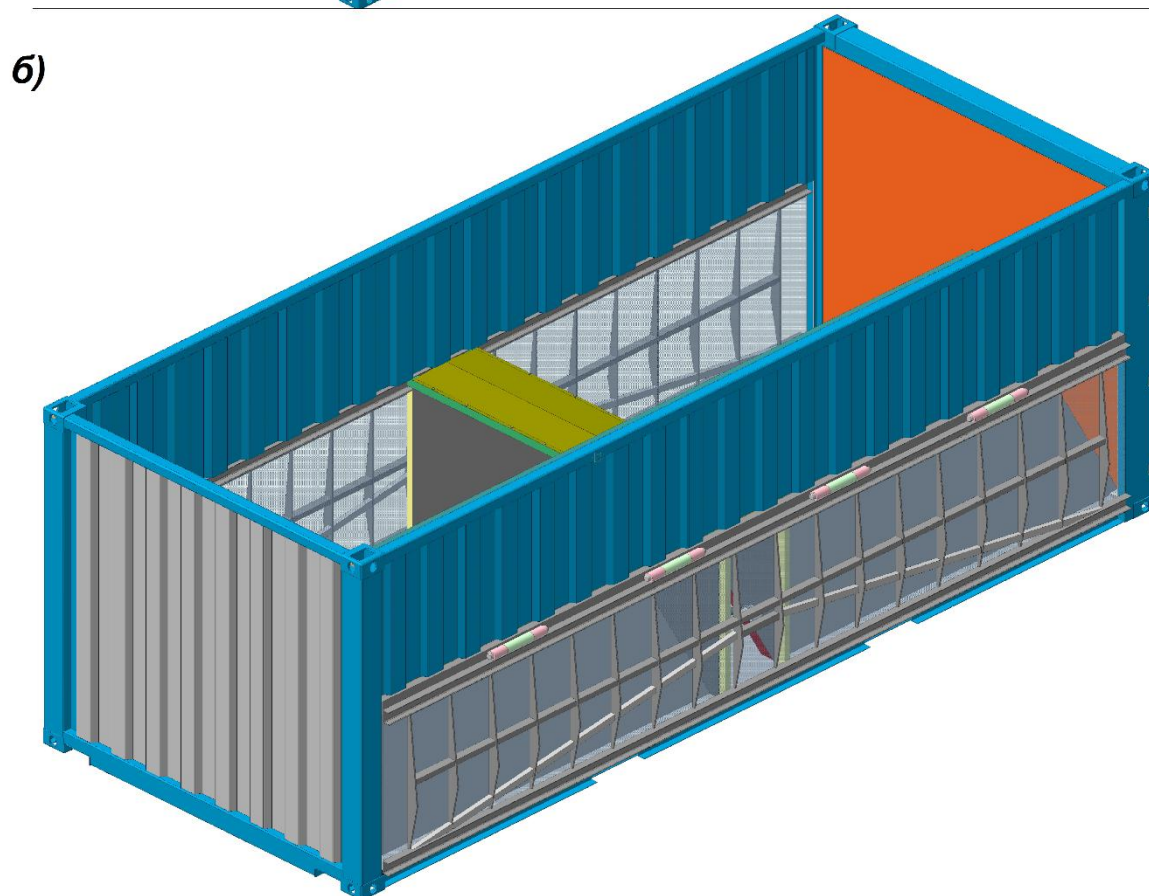
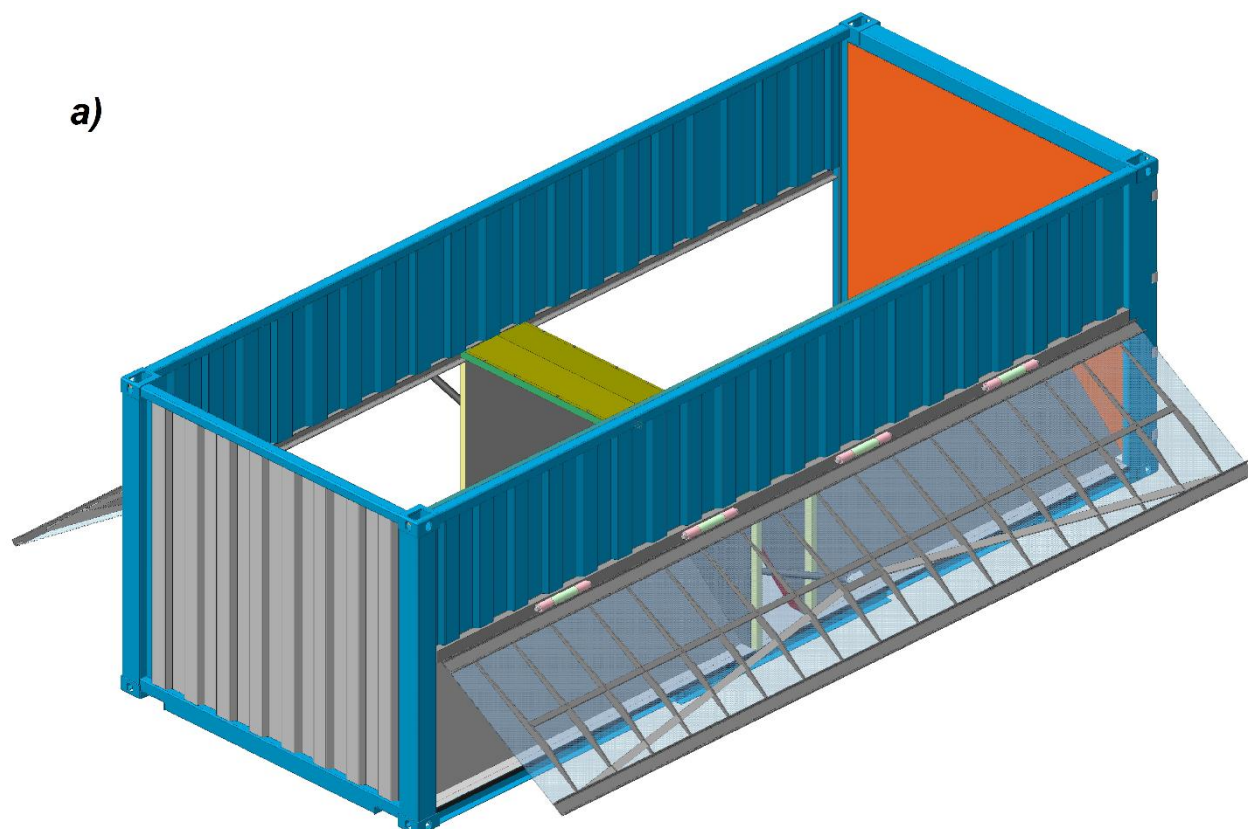


Рис.2.3. Загальний вигляд переобладнаного контейнера у відкритому (а) та закритому (б) вигляді

2.2. Вибір схеми гідросистеми

Головним завданням гідравлічної системи автоматизованого термінального контейнера, та безпосередньо гідроциліндрів, являється утримування бортів контейнера після засипання в середину нього вантажу. При цьому слід зазначити, що це може відбуватися протягом тривалого час. Вантаж чинитиме чимале зусилля на стінки контейнера, тому штокова порожнина гідроциліндра має бути надійно перекрита під тиском і недопускати самовільного висування штоку. Також необхідно забезпечити одночасне відкриття люків контейнера для рівномірного висипання вантажу.

На рисунку 2.4 представлена принципова гідравлічна схема гідроприводу автоматизованого термінального контейнера. Гідроциліндри ГЦ1, ГЦ2 – двосторонньої дії, вони відкривають люки контейнера при виштовхуванні штока, також вони утримують борти люка закритими при наявності в ньому вантажу.

Живлення гідроциліндри отримують від насосного агрегату, який складається з гідронасоса Н та електродвигуна Дв. Слід зазначити, що двигун матиме живлення постійним струмом напругою 24 В, цей тип напруги застосовується в різноманітних акумулятор та генераторах, також він вважається безпечним і є стандартним для більшості країн світу.

Тиск в системі налаштовуватиметься переливним клапаном КТ. Контроль здійснюватиметься візуально за допомогою манометра М. Робочим тиском вважатиметься тиск в штоковій порожнині гідроциліндра, який не допускати його самовільного руху при завантаженні.

Керування напрямком потоку рідини здійснюватиметься чотирьохлінійним трьохпозиційним гідророзподільником Р з електромагнітним бістабільним керуванням. В середньому положенні розподільника лінії А, В, Р та Т з'єднані, це запобігатиме вмиканню електродвигуна під навантаженням і продовжить термін його служби.

						Лист
						25
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

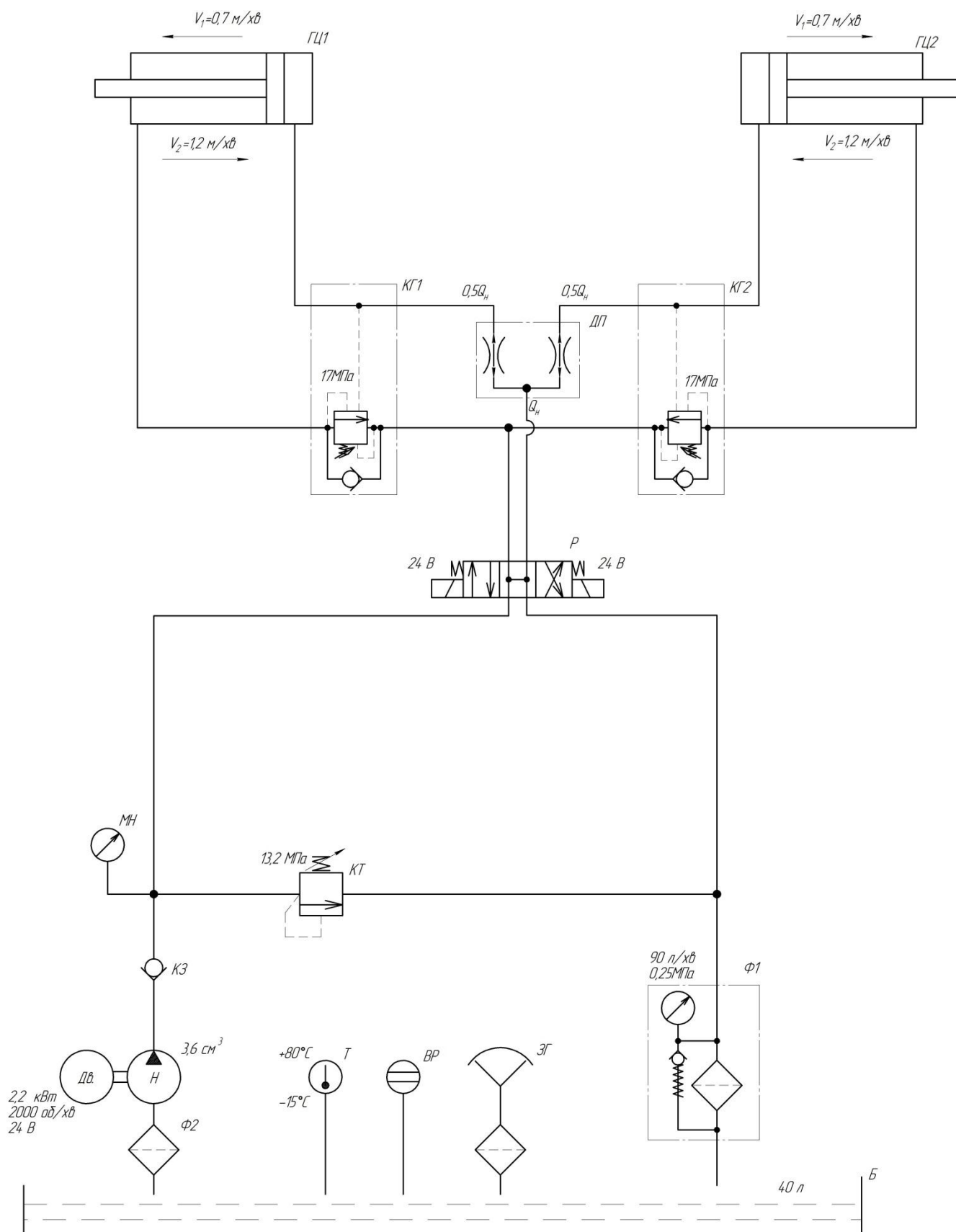


Рис.2.4. Схема гідравлічна принципова

Робоча рідина при роботі замикатиметься в штоковій порожнині гідроциліндрів ГЦ1, ГЦ2 за допомогою гальмівних клапанів КГ1, КГ2. Гальмівний клапан (зворотньо-переливний керований) одностороннього типу (рис.2.5) застосовується для відсікання потоку масла з можливістю управління відкриттям і установкою величини потоку масла при витраті в одному напрямку і вільній витраті в зворотному. У гідравлічних системах цей тип клапану реалізує наступні функції [4]:

- пригальмовування руху гідравлічного циліндра (навантаженого зовнішньою супутньою силою);
- гідравлічного замка;
- переливного клапана у випадку виникнення перевантаження з боку циліндра.

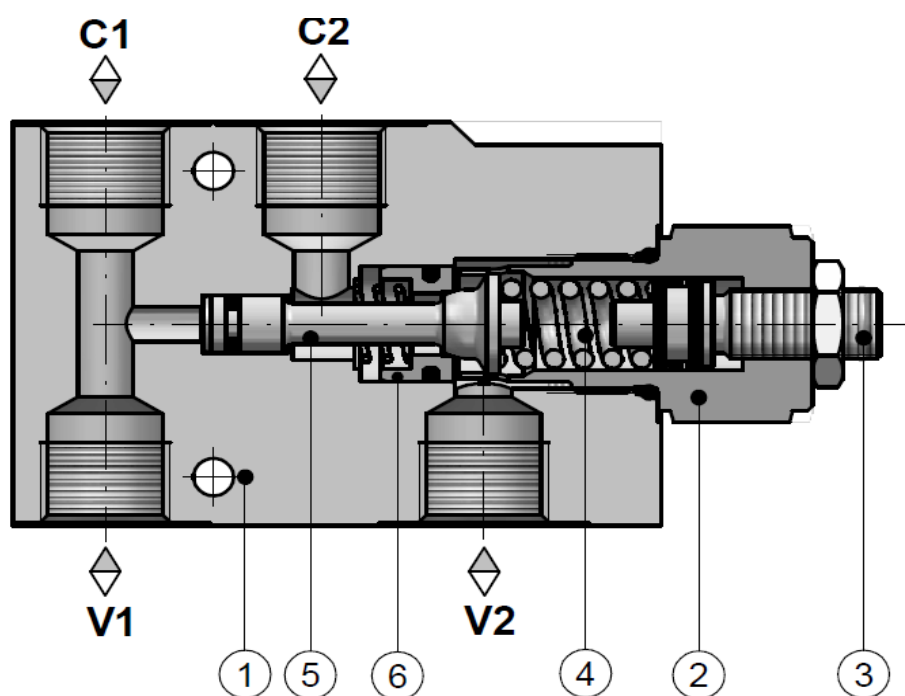


Рис.2.5. Гальмівний клапан: 1 - корпус; 2 – зворотньо-переливний клапан; 3- регулювальний елемент; 4 – пружина; 5 – золотник; 6 – зворотній клапан. C1, C2 – лінії підключення до ГЦ1 та ГЦ2; V1,V2 – лінії підключення до гідророзподільника [4]

Умовою правильної реалізації зворотньо-переливної функції клапана є відповідний показник встановленого тиску витрати (p_c), який повинен бути мінімум на 30% вище ніж максимальний робочий тиск ($p_{\text{макс}}$), наявний в гідравлічній системі, це може бути виражено наступним рівнянням:

$$p_c \geq 1.3 \cdot p_{\text{макс}}.$$

Вищеназване рівняння дає можливість повернення до герметичному закриття клапана після відкриття переливної секції та запобігає виникненню протікання при робочому тиску під максимальним навантаженням гідравлічного циліндра в системі.

Щілинний діляник потоку ДП розділяє потік на дві рівні частини таким чином забезпечується однакова швидкість виштовхування штока гідроциліндра, незалежно від значень тиску в порожнинах циліндра. У зворотньому напрямку потік об'єднується. Цей клапан забезпечує синхронність відкриття і закриття бортів контейнера.

Оскільки гідросистема працюватиме в достатньо запиленому середовищі фільтрація рідини є обов'язковою. Таким чином використовуються всмоктувальний (Ф2) та зливний (Ф1) фільтри. Забруднення зливного фільтру контролюється за допомогою встановленого індикатора.

Рівень робочої рідини та її температура контролюється за допомогою вмонтованого в бак вказівника рівня ВР та термометра Т. Залив і подальший долив мастила проводиться через заливну горловину із вбудованим фільтром-сапуном.

Висновки по другому розділу

У цьому розділі проведено вибір конструкції контейнера та принципової схеми гідросистеми. Металевий каркас контейнеру та бортів було посилено додатковими елементами, які збільшують тривкість і жорсткість, але в той же час помірно збільшують масу всієї конструкції, встановлено кроквену систему,

						Лист
						28
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

яка забезпечує висипання вантажу при відкритті бокових бортів контейнера. Переобладнання зберігає стандартизовані кріплення та габарити контейнера. Утримання бортів при наявності вантажу забезпечується гідроциліндрами. Гідросистема є відносно простою, проте забезпечує виконання основних завдань, а саме відсікання штокової порожнини гідроциліндрів та синхронне відкриття і закриття бортів контейнера.

						Лист
						29
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКИ СИСТЕМИ

У цьому розділі необхідно провести розрахунок зусилля яке діє з боку вантажу на борти контейнера, розмірів гідроциліндра (діаметр штока, діаметр поршня, хід). На основі знайдених величин виконати гідравлічний розрахунок та підібрати гідроапаратуру у відповідності до принципової схеми та характеристик насосної станції. Перевірити на міцність елементи гідроциліндрів та кріплень.

3.1. Розрахунок тиску на стінки контейнера і зусилля що діє на гідроциліндри

Тиск вантажа на стінки контейнера залежить від властивостей вантажу і конфігурації контейнера. Найпростіше визначити його для вантажів, по властивостям близьким до рідин (наприклад рідкий бетон, будівельний розчин і т.д.). В такому випадку тиск на стінки визначається по гідростатичному закону:

$$p_{cm} = h_D \cdot \rho \cdot g \cdot k_D ,$$

де h_D – глибина розташування точки прикладання сили тиску під рівнем матеріалу, м; k_D – поправочний коефіцієнт, що враховує динамічність навантаження; ρ – щільність вантажу, кг/м^3 ; g – прискорення вільного падіння, м/с^2 .

Тиск сипучих вантажів на стінки контейнера залежить від сил внутрішнього тертя і щеплення частинок вантажу. При розрахунку тиску сипучих вантажів на стінки бункерів чи контейнерів виходять із наступних припущень:

- сипучий вантаж складається із частинок настільки малих, що їхніми розмірами у зрівнянні із розмірами бункера можна знехтувати і розглядати сипучий вантаж як суцільне середовище;

						Лист
						30
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- між частинками вантажа можуть діяти сили тертя, максимальні значення яких пропорційні нормальному тиску;
- між частинками вантажу можуть виникати сили зчеплення, що не залежать від тиску.

В процесі наповнення бункера насипним вантажем спостерігається вертикальне переміщення глибоко розташованих шарів матеріалу відносно стінок, так як під тиском верхніх шарів відбувається ущільнення нижніх і виникає пружна деформація стінок бункера. В результаті цього на поверхні з'єднання сипучого вантажа зі стінками бункера починають діяти направлені вгору дотичні напруження τ (рис. 3.1), які сприймають частково деяку долю вантажу що знаходиться в контейнері. В результаті цього розподілення тисків, тиск на стінку контейнера буде відхилятися від гідростатичного закону, і тим сильніше, чим більша глибина.

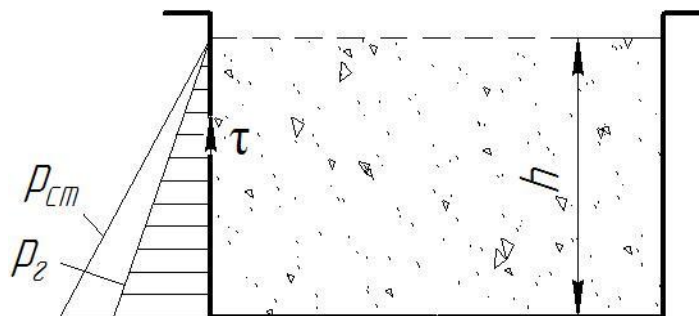


Рис.3.1. Схема дії дотичних напружень на стінки контейнера

Горизонтальний тиск на вертикальні стінки контейнера у випадку загрузки сипучого вантажу визначається за формулою [5]:

$$p_z = n \cdot k \cdot \rho \cdot g \cdot h_D,$$

де k – коефіцієнт бокового тиску; n – коефіцієнт перевантаження для сипучого матеріалу, приймається $n = 1,2$.

Щільність ρ матеріалів які будуть перевантажуватись контейнером наведено в таблиці 3.1 [5].

Таблиця 3.1.

Механічні характеристики сипучих матеріалів

Найменування матеріалу	Щільність ρ , кг/м ³	Кут внутрішнього тертя φ , град
Антрацит	1000...1400	45
Гіпс	1450	30...39
Глина	1600	40...45
Вапно	1100...1800	29...51
Кокс	500...600	28...51
Пісок	1600	30...40
Селітра	1200	38...40
Кам'яне вугілля	1000...1500	27...45
Цемент	1600	27...40

Для визначення сили тиску вантажу яка буде діяти на гідроциліндр при заповненому контейнеру необхідно визначити центр тиску. В цьому місці і буде кріпитися шток гідроциліндра. Центр тиску – точка перетину сили тиску P_r з площиною стінки (рис. 3.2). Його розташування визначається за формулою [6]:

$$h_D = h_c + \frac{I_c}{s \cdot h_c},$$

де h_D , h_c – відстань від центра тиску D і центра ваги C площі стінки до лінії перетину з п'єзометричною площиною (рис.3.2); s – площа борта контейнера; I_c

– центральний момент інерції відносно горизонтальної осі, яка проходить через центр мас площі s .

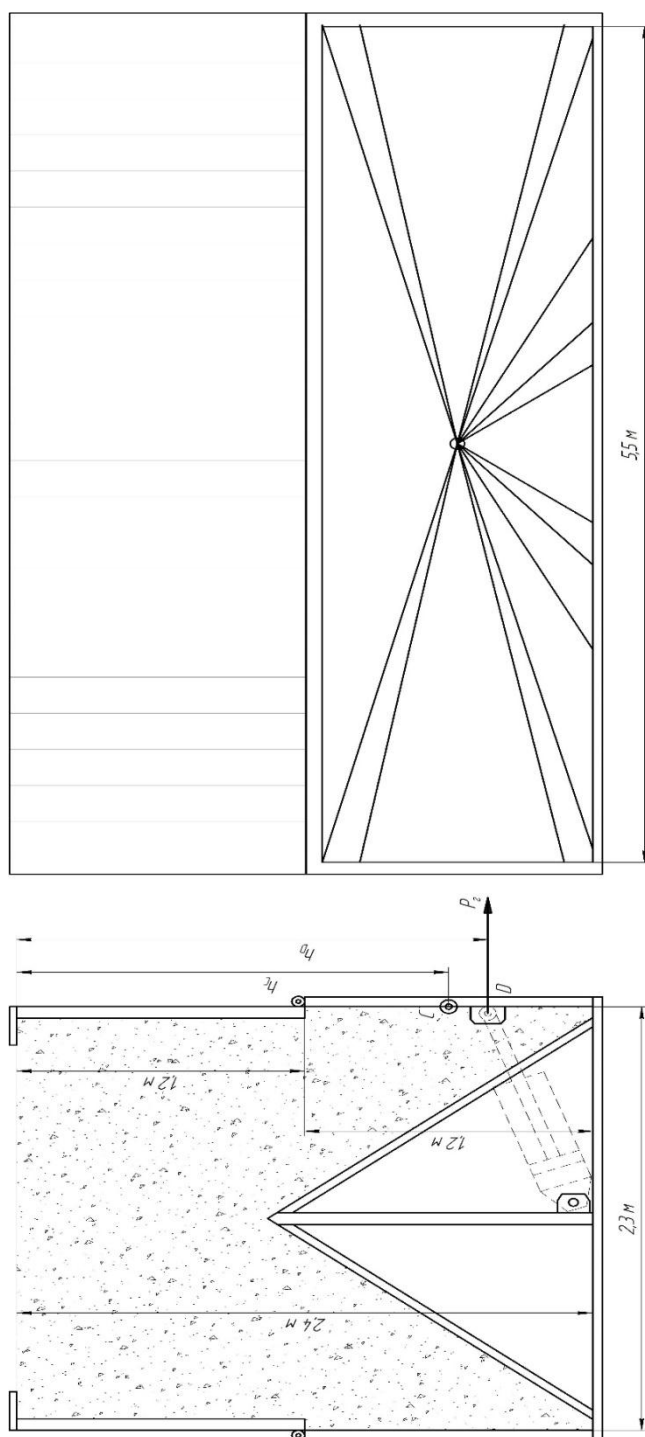


Рис.3.2. Схема розрахунку тиску вантажу на стінки контейнера

Для борта контейнера із довжиною $l = 5,5\text{м}$ і висотою $b = 1,2\text{м}$ визначаємо площу і момент інерції:

						Лист
						33
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$S = b * l = 1,2 * 5,5 = 6,6\text{м},$$

$$I_c = \frac{l * b^3}{12} = \frac{5,5 * 1,2^3}{12} = 0,8 \text{ м}^4.$$

Тоді:

$$h_D = h_c + \frac{I_c}{s \cdot h_c} = (1,2 + 0,6) + \frac{0,8}{6,6 \cdot (1,2 + 0,6)} = 1,87 \text{ м}.$$

Знаходимо коефіцієнт бокового тиску за виразом:

$$k = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right).$$

Тут φ – кут внутрішнього тертя сипучого матеріалу, визначаємо із таблиці 3.1.

Розрахунок проводимо для сипучого матеріалу із найбільшою щільністю, так як чим більша щільність тим більший тиск буде чинити вантаж на стінки контейнера. Отож, розрахунок проводитимемо для контейнера заповненим вапном. Тоді:

$$k = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{50^\circ}{2}\right) = \operatorname{tg}^2 20^\circ,$$

$$k = \operatorname{tg}^2 20^\circ = \frac{1 - \cos(2 \cdot 20^\circ)}{1 + \cos(2 \cdot 20^\circ)} = \frac{1 - 0.766}{1 + 0.766} = 0.133.$$

Визначаємо тиск, що діє на борти контейнера:

						Лист
						34
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$p_z = n \cdot k \cdot \rho \cdot g \cdot h_D,$$

$$p_z = 1,2 \cdot 0,133 \cdot 1800 \cdot 9,8 \cdot 1,87 = 5264,7 \text{ Н / м}^2.$$

Знаходимо силу яку необхідно прикласти гідроциліндру для утримання борта:

$$P_z = p_z \cdot s = 5264,7 \text{ Н / м}^2 \cdot 6,6 \text{ м}^2 = 34747 \text{ Н} = 37,75 \text{ кН}.$$

3.2. Вибір розмірів гідроциліндра

Знаючи зусилля яке має створювати гідроциліндр для утримання борта можемо визначити його розміри. Діаметр штоку і поршня визначається в залежності від величини навантаження і напрямку його дії (рис. 3.3).

$$p_1 \cdot F_1 - p_2 \cdot F_2 - P' = 0,$$

де, p_1 – тиск в порожнині циліндра, яка сполучена з напірною гідролінією; p_2 – тиск в порожнині циліндра, яка сполучена з зливальною гідролінією, $p_2=0,3$ МПа; F_1 – площа поршня з боку напірної гідролінії; F_2 – площа поршня з боку зливної гідролінії; P' – повне навантаження з врахуванням механічного ККД; $\eta_m = 0,93 \dots 0,97$ – механічний ККД для гідроциліндра із манжетними ущільненнями [7].

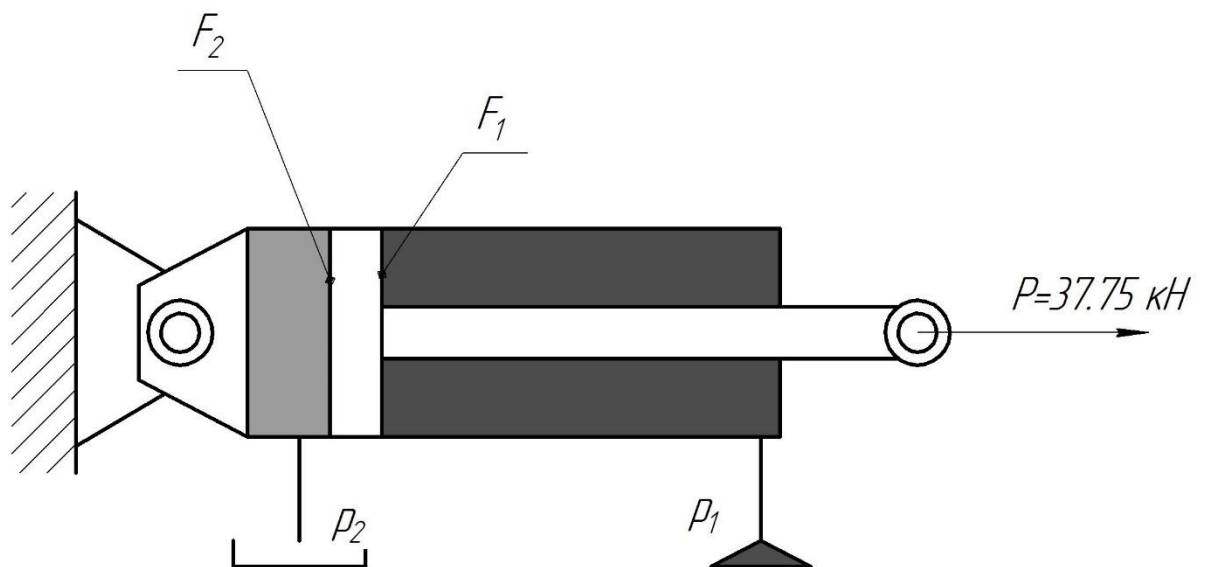


Рис.3.3. Розрахункова схема гідроциліндрів

Шток гідроциліндрів відкриття/закриття бортів, при завантаженому контейнері, працюватиме на розтяг. Штокова порожнина буде сполучена з напірною лінією гідравлічної станції, а поршнева – зі зливальною. В такому випадку діаметр поршня визначатиметься із залежності:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi(p_1 / \psi - p_2)\eta_m}}$$

Протитиск p_2 визначається гідравлічними втратами, що дорівнюють сумі втрат на лінійних і місцевих опорах трубопроводів і гідроапаратах, встановлених на зливальній лінії, при розрахунках приймаємо $p_2 = 0,3 \dots 0,5$ МПа. Тиск в напірній лінії обираємо відповідно до загальнотехнічних норм із ряду за ГОСТ 12445-80: $p_1 = p_{\text{ном}} = 16$ МПа.

Коефіцієнт ψ – характеризує відношення площин поршня відповідно з боку поршневої і штокової порожнин.

$$\psi = \frac{F_1}{F_2} = \frac{D^2}{(D^2 - d^2)}.$$

Коефіцієнт відношення площ у залежності від виконання циліндра може приймати значення[7]:

- зі зменшеним діаметром штока $\psi = 1,25$;
- із нормальним діаметром штока $\psi = 1,33$;
- із збільшеним діаметром штока $\psi = 1,6$.

Оскільки гідроциліндри матимуть досить великий хід, і їхні штоки працюватимуть на розтяг приймаємо $\psi = 1,6$.

Визначаємо діаметр поршнів гідроциліндрів:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 37.75 \text{ кН}}{\pi \cdot (16 \text{ МПа} / 1,6 - 0,3 \text{ МПа}) \cdot 0,95}} = 0.072 \text{ м} = 72 \text{ мм}.$$

Розрахунковий діаметр поршня округлюємо до найближчого більшого стандартного за ДСТУ 12447-80. Приймаємо $D = 80 \text{ мм}$. 2194-93

Визначаємо діаметр штока із врахуванням коефіцієнта відношення площ:

$$d_1 = D_1 \sqrt{1 - \frac{1}{\psi}} = 80 \sqrt{1 - \frac{1}{1.6}} = 48.9 \text{ мм}.$$

Розрахунковий діаметр штока округлюємо до найближчого більшого стандартного за ДСТУ 12447-80. Приймаємо $d = 50 \text{ мм}$.

При вивантажуванні матеріалу борт повинен відкриватися на кут $40 \dots 50^\circ$. За ГОСТ6540-64 та нормаллю машинобудування на гідроциліндри обираємо стандартизований хід який забезпечує необхідне переміщення борта $s = 630 \text{ мм}$.

						Лист
						37
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3.3. Гідравлічний розрахунок

В процесі гідравлічного розрахунку гідравлічної системи необхідно провести вибір робочої рідини, а також основних параметрів, як тиск та витрата, визначити втрати тиску. Вибрати компоненти гідростанції виходячи із розрахованих параметрів.

3.3.1. Вибір робочої рідини

Гідравлічне мастило яке використовується у мобільній гідравліці повинно мати такі характеристики: стабільна в'язкість при широкому діапазоні температур, хороша зносостійкість, високі демульгуючі і антипінні властивості містити присадки, які покращують мастильні, антикорозійні й антиокислювальні властивості.

Обираємо робочу рідину МГЕ-46В яка забезпечує високі експлуатаційні характеристики, відповідає вимогам основних виробників гідравлічного обладнання. Виготовлене на основі мінеральних мастил високої очистки. Широко застосовується у верстатній гідравліці (кранах, маніпуляторах, пресах) та у мобільній гідравліці.

Переваги МГЕ-46В:

- високі протизношувальні властивості;
- хороша термічна і окислювальна стабільність;
- низька схильність до утворення відкладень;
- низька схильність до піноутворень, швидке повітровідділення;
- хороша фільтрованість.

МГЕ-56В виробляється на основі мінеральних базових мастил з глибокою селективною очисткою з додаванням ефективної композиції функціональних присадок.. Призначено для гідравлічних систем, що працюють при тиску до 35 МПа з короткочасним підвищенням тиску до 42 МПа. Рідина

						Лист
						38
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

МГЕ-46В зберігає працездатність при температурах від -15°C до $+80^{\circ}\text{C}$. Ресурс роботи перевищує 2 500 год.

Робоча рідина повністю сумісна з матеріалами ущільнень системи гідроприводу і не схильна до витоків. Завдяки депресорній присадці мастило має хорошу прокачуваність і текучість при низьких температурах, що забезпечує дотримання ККД і зменшує знос при запуску двигуна і початку руху в холодну пору року.

Таблиця 3.2.

Характеристики робочої рідини

Характеристики	Типові значення
Густина при 20°C $[\text{г/см}^3]$	0,890
Кінематична в'язкість при 40°C $[\text{мм}^2/\text{с}]$	41,4-50
Кінематична в'язкість при 100°C $[\text{мм}^2/\text{с}]$	6
Індекс в'язкості	90
Температура спалаху (по Клівленду) $[\text{}^{\circ}\text{C}]$	190
Температура застигання $[\text{}^{\circ}\text{C}]$	-32
Густина при 20°C (68°F) г/см^3	0.890
Кислотне число, мг КОН на 1 г мастила, не більше	0,7-1,5
Масова частка сірки, %, не більше	0,5
Масова частка механічних домішок	відсутня
Зольність %, не більше	0,2
Схильність до піноутворення, см^3 , не більше:	
при 24°C , послідовність I	50
при 94°C , послідовність II	20
Корозійність металів в мастилі	Витримує

3.3.2. Визначення тисків в порожнинах гідроциліндрів і витрати насосної установки

Оскільки основне силове навантаження буде працювати на розтяг штока, то робочий тиск визначатиметься саме для штокової порожнини. Відповідно до рівняння рівноваги сил дійсний тиск в штоковій порожнині становитиме:

$$p_1 = \frac{p_2 \cdot F_2 + P}{F_1 \cdot \eta},$$

де, p_2 – тиск в зливній лінії, $p_2=0,3\text{МПа}$; F_1 – площа поршня з боку штокової порожнини; F_2 – площа поршня; P – робоче навантаження при завантаженому контейнері; $\eta = 0,95$ – ККД гідроциліндра.

$$p_1 = \frac{p_2 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} + P}{\left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4}\right) \cdot 0.95} = \frac{0.3\text{МПа} \cdot \frac{\pi \cdot 0,08^2}{4} + 37,75\text{кН}}{\left(\frac{\pi \cdot 0,08^2}{4} - \frac{\pi \cdot 0,05^2}{4}\right) \cdot 0.95} = 13.1\text{МПа} = 131\text{bar}.$$

Визначаємо дійсний тиск в поршневій порожнині гідроциліндр при відкритті борту:

$$p_2 = \frac{p_1 \cdot \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4}\right) + m_6 \cdot g}{\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 0.95},$$

де $m_6 = 480$ кг. – маса рухомої частини бору; $g = 9.81$ м²/с, p_1 – тиск в зливній лінії, $p_1 = 0,3\text{МПа}$. Тоді:

						Лист
						40
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$P_2 = \frac{0.3 \text{ МПа} \cdot \left(\frac{\pi \cdot 0,08^2}{4} - \frac{\pi \cdot 0,05^2}{4} \right) + 480 \text{ кг} \cdot 9,81 \text{ м} / \text{с}^2}{\frac{\pi \cdot 0,08^2}{4} \cdot 0.95} = 1.2 \text{ МПа} .$$

В цілях безпеки і згідно до СП 43.13330.2012 та ISO15644:2002 повне відкриття люків, бортів перекидання (підйом) кузова вантажних машин має відбуватися 0,2...1,5 хв. Витрата розраховується з врахуванням конструктивних розмірів гідроциліндра та заданих швидкостей руху. Визначаємо необхідну швидкість підйому борта (виштовхування штокі гідроциліндра):

$$v_n = \frac{s}{t} = \frac{0.63 \text{ м}}{1 \text{ хв}} = 0,63 \text{ м} / \text{хв} .$$

В даному випадку робочою буде поршнева порожнина, таким чином витрату необхідну для опускання одного циліндра визначатимемо із врахуванням площі поршня.

$$Q_{ГЦ} = v \cdot F_2 = v \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0.63 \text{ м} / \text{хв} \cdot \frac{\pi \cdot 0,08^2}{4} = 0,0032 \text{ м}^3 / \text{хв} = 3.2 \text{ л} / \text{хв} .$$

Оскільки потік який йде від насосу ділиться на дві рівні частини, то теоретична витрата насосу буде:

$$Q_{НТ} = Q_{ГЦ} \cdot 2 = 3,2 \text{ л} / \text{хв} \cdot 2 = 6,4 \text{ л} / \text{хв} .$$

Визначаємо діаметр підвідних отворів які необхідно закласти в конструкцію гідроциліндрів. Він визначається з виразу:

						Лист
						41
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{ГЦ}}{\pi \cdot v_{pp}}},$$

де, $Q_{ГЦ}$ - витрата рідини через прохідний отвір гідроциліндра, $м^3/с$; v_{pp} - середня швидкість руху рідини, приймаю $v_{pp} = 5 м/с$ [8].

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{ГЦ}}{\pi \cdot v_{pp}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5.3 \cdot 10^{-5} \frac{м^3}{с}}{\pi \cdot 5 м/с}} = 3.7 мм.$$

Отримане значення округлюємо до більшого стандартного по ДСТУ 8732-78: $d_n = 6 мм$ [7].

3.3.3. Вибір насосного агрегату і об'єму баку

При виборі насосної установки будемо використовувати уже відомі і визначені вище параметри. Головною характеристикою насосного агрегату є потужність. Теоретична потужність насоса визначається добутком витрати і тиску:

$$N_{TH} = \frac{Q_{HT} \cdot p_{max}}{600} = \frac{6,4 л / хв \cdot 131 bar}{600} = 1.45 кВт.$$

Теоретичну потужність електродвигуна визначаємо з врахуванням механічного ККД насоса – $\eta_M = 0,85$.

$$N_{ТДв} = \frac{N_T}{0.85} = \frac{1.45}{0.85} = 1.7 кВт.$$

						Лист
						42
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Обираю електродвигун Brevini 25022700 (рис.3.4) із наступними характеристиками:

- потужність $N_{\text{Дв}} = 2,2 \text{ кВт.};$
- частота обертів $n = 2000 \text{ об/хв.};$
- постійний струм $U = 24\text{В.}$

25022700

brevini

24 VDC- 2.2 KW - D.115 MOTOR

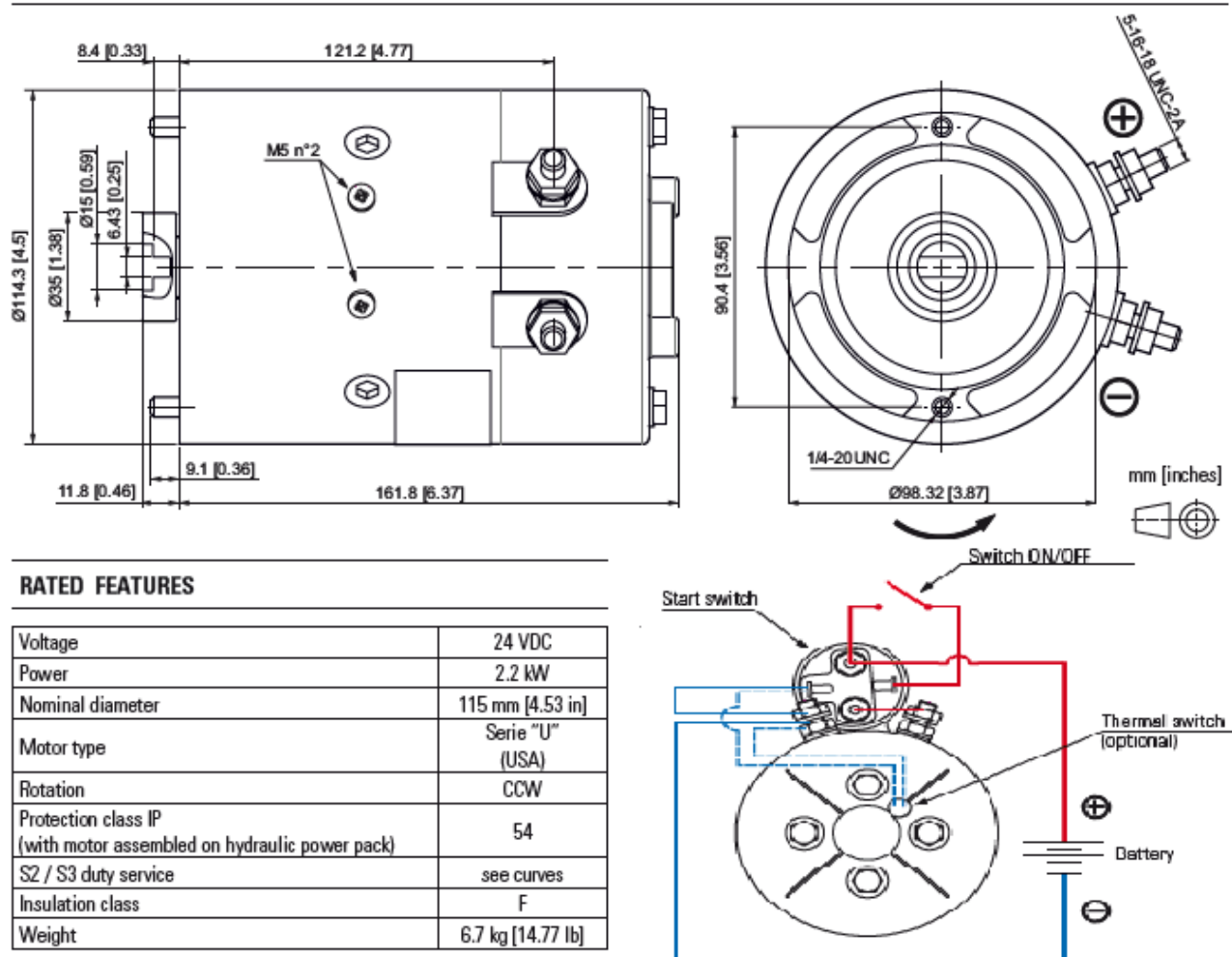


Рис.3.4. Технічні характеристики електродвигуна

Знаючи витрату і частоту обертів електродвигуна можемо визначити робочий об'єм насосу:

$$q \geq \frac{Q_{HT}}{n} = \frac{6.4 л / хв}{2000 об / хв} = 0,0032 м^3 = 3.2 см^3.$$

Обираю стандартний шестеренний насос Vivoil X1P2552DBBA із робочим об'ємом $q_H = 3.6 см^3$, максимальним робочим тиском $p_{max} = 250 bar$.

Визначаємо дійсну витрату і потужність насосного агрегату:

$$Q_H = q_H \cdot n = 0.0036 м^3 \cdot 2000 об / хв = 7,2 л / хв = 0,0072 м^3 / хв = 0,00012 м^3 / с,$$

$$N_d = \frac{Q_H \cdot p_{max}}{600} = \frac{7,2 л / хв \cdot 131 bar}{600} = 1.6 кВт.$$

Визначаємо фактичні швидкість і час підйому бортів:

$$v_{\phi\delta} = \frac{Q_H}{F_2} = \frac{4Q_H}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 0.0072 м^3 / хв}{\pi \cdot 0,08^2 м} = 1,4 м / хв,$$

$$t_{\phi\delta} = \frac{s}{v_{\phi\delta}} = \frac{0.63 м}{1,4 м / хв} = 0,45 хв = 27 с.$$

Після того як стала відома дійсна витрата насоса можна розрахувати об'єм маслобака, він визначається як 3...5 хвилина витрата насоса при заповненій робочій порожнині насоса:

$$V_{\delta} = (3...5) \cdot Q_H + 2 \cdot V_{ГЦ} = 4 \cdot Q_H + 2 \cdot \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot s,$$

$$V_{\delta} = 4 хв \cdot 0,0072 м^3 / хв + 2 \cdot \frac{\pi}{4} (0,08^2 м - 0,05^2 м) \cdot 0.63 = 0.033 м^3 = 33 л.$$

						Лист
						44
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Отримане значення округляємо до найближчого стандартного відповідно до ДСТУ 3455.4-96, та з умови заповнення на 80%: $V_6 = 40$ л.

3.3.4. Визначення розмірів трубопроводів

Розрахунок проводиться для визначення оптимальних перерізів трубопроводів, для ділянок із однаковою швидкістю, а саме для всмоктувальної, напірної та зливної лінії.

$$d_m = \sqrt{\frac{4Q_T}{\pi \cdot V_{cp}}},$$

де Q_T - витрата рідини на розрахунковій ділянці, рівна витраті насоса Q_H , V_{cp} - середня швидкість рідини.

Середню швидкість рідини вибирають у залежності від призначення трубопроводу [8]:

- для всмоктувальних $V=0,5 \dots 1,5$ м/ с;
- для зливальних $V= 1,4 \dots 2,2$ м/ с;
- для напірних $V= 3 \dots 6$ м/ с.

Визначаємо діаметри трубопроводів:

- внутрішній діаметр всмоктувальної ділянки:

$$d_{T_{вс}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.00012 \text{ м}^3 / \text{с}}{3,14 \cdot 1}} = 0.0123 \text{ м}$$

Згідно ДСТУ EN 10305-4:2017 приймаємо: $d_{T_{вс}} = 16$ мм.

- внутрішній діаметр напірної ділянки:

$$d_{T_n} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.00012}{3,14 \cdot 4}} = 0.0062 \text{ м} = 6,2 \text{ мм}$$

						Лист
						45
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Згідно ДСТУ EN 10305-4:2017 приймаємо: $d_{\text{нап}} = 8 \text{ мм}$.

- внутрішній діаметр зливної ділянки:

$$d_{\text{зл}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.00012}{3,14 \cdot 1,5}} = 0.010 \text{ мм}$$

Згідно ДСТУ EN 10305-4:2017 приймаємо: $d_{\text{зл}} = 10 \text{ мм}$.

За прийнятим діаметром визначаємо дійсну швидкість руху рідини в трубопроводі:

- на всмоктувальній ділянці:

$$V_{\text{вс}} = 4 \frac{Q_T}{3,14 \cdot d_T^2} = \frac{4 \cdot 0.00012}{3.14 \cdot 0.016^2} = 0,6 \text{ м / с}$$

- на напірній ділянці:

$$V_{\text{нап}} = 4 \frac{Q_T}{3,14 \cdot d_T^2} = \frac{4 \cdot 0.00012}{3.14 \cdot 0.008^2} = 2.4 \text{ м / с}$$

- на зливній ділянці:

$$V_{\text{зл}} = 4 \frac{Q_T}{3,14 \cdot d_T^2} = \frac{4 \cdot 0.00012}{3.14 \cdot 0.010^2} = 1.5 \text{ м / с}$$

3.4. Розрахунок на міцність

Перевіримо кріпильні пальці гідроциліндрів і бортів контейнера на зріз та зминання (рис.3.5).

						Лист
						46
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

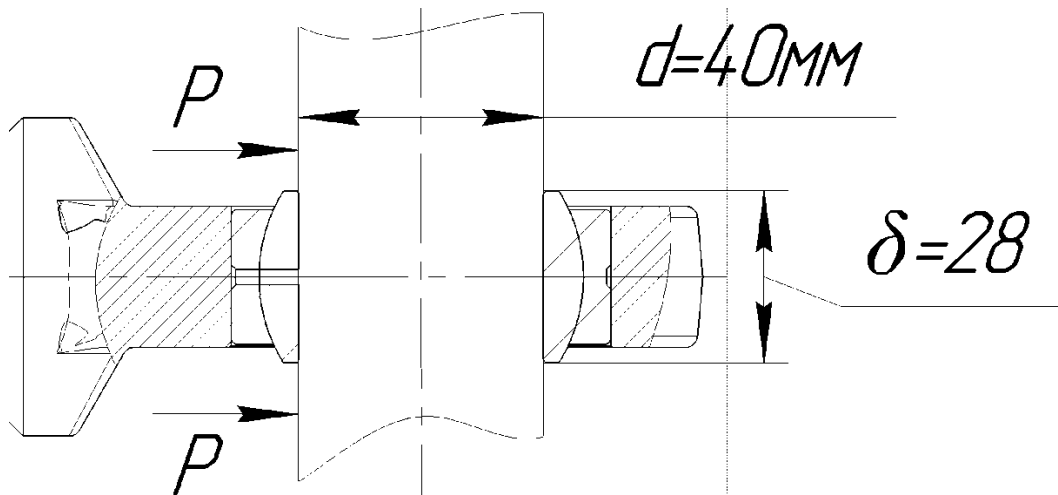


Рис.3.5. Схема навантаження кріпильних пальців

При зрізі в перерізі виникають дотичні напруження. Умова міцності на зріз [9]:

$$\tau_{зр} = \frac{P}{F_{зр}} \leq [\tau_{зр}],$$

де $\tau_{зр}$ – розрахункове напруження зрізу, що виникає в поперечному перерізі кріпильного пальця, Па; $P = 37,75$ – загальне навантаження на з'єднання, Н; $F_{зр}$ – площа різу пальця, m^2 ; $[\tau_{зр}]$ – допустиме напруження на зріз (залежить від матеріалу деталей та умов роботи), Па.

В машинобудуванні при розрахунку болтів, штифтів, пальців і т.д. приймають:

$$[\tau_{зр}] = (0,25 \dots 0,35) \sigma_T,$$

де σ_T – границя текучості матеріалу деталі, Па., для сталі 45 при статичних навантаженнях $\sigma_T = 360$ МПа. Тоді:

$$[\tau_{зр}] = 0,3\sigma_T = 0,3 \cdot 320 \text{ МПа} = 96 \text{ МПа}.$$

Розраховуємо напруження що виникає в перерізі:

$$\tau_{зр} = \frac{P}{F_{зр}} = \frac{4 \cdot 37,75 \text{ кН}}{\pi \cdot 0,04^2 \text{ м}} = 30 \text{ МПа} \leq [\tau_{зр}] = 96 \text{ МПа}.$$

Оскільки рівність виконується, то з'єднання із запасом витримає навантаження.

При зминанні в перерізі виникають нормальні навантаження. Умова міцності при зминанні:

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{F_{зм}} \leq [\sigma_{зм}],$$

де $\sigma_{зм}$ – розрахункове напруження зминання матеріалу, Па; $F_{зм}$ – площа зминання пальця, м²; $[\sigma_{зм}]$ – допустиме напруження на зминання, для сталі 45 при статичних навантаженнях $[\sigma_{зм}] = 300 \text{ МПа}$.

За площу зминання пальця приймається площа проекції полуциліндра на діаметральну площину (рис.3.5):

$$F_{зм} = d \cdot \delta = 0,04 \text{ м} \cdot 0,028 \text{ м} = 0,00112 \text{ м}^2.$$

Тоді:

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{F_{зм}} = \frac{37,75 \text{ кН}}{0,00112 \text{ м}^2} = 34 \leq [\sigma_{зм}] = 300 \text{ МПа}.$$

Умова міцності виконується, кріплення вибрано правильно.

						Лист
						48
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Як відомо робочою є штокова порожнина, а поршень гідроциліндра на штокові буде кріпитися на різьбовій гайці, тому слід розрахувати і підібрати оптимальний діаметр різьби хвостовика штока (рис.3.6).

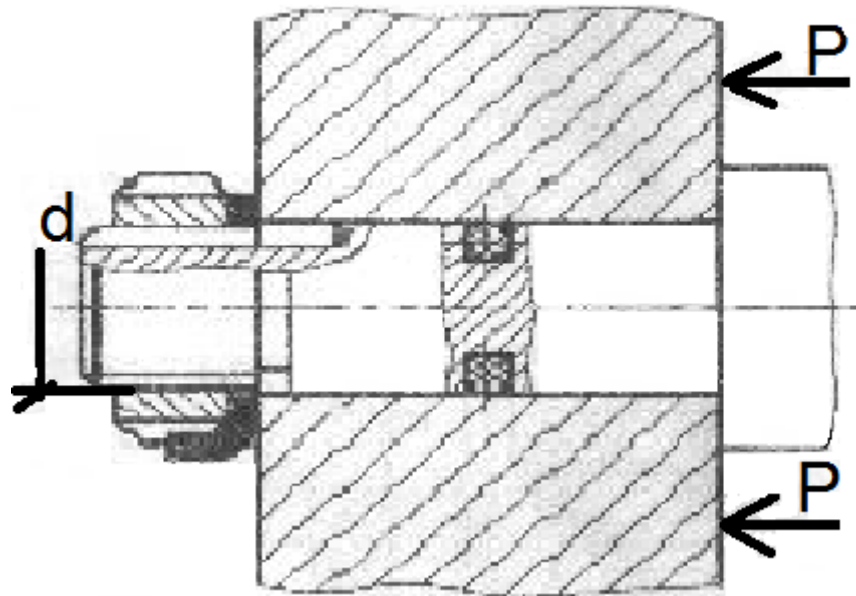


Рис.3.6. Схема навантаженні різьбового з'єднання

Умова міцності різьбового з'єднання:

$$[\sigma]_p \geq \frac{4P}{\pi d_p^2},$$

де, $[\sigma]_p$ – допустиме напруження різьбового з'єднання, Па.; d_p – розрахунковий діаметр різьби, м.

Допустиме напруження визначається із виразу:

$$[\sigma]_p = \sigma_T / s,$$

де, σ_T – границя текучості матеріалу деталі, Па., для сталі 45 при статичних навантаженнях $\sigma_T = 360 \text{ МПа.}$; s – коефіцієнт запасу міцності.

Коефіцієнт запасу міцності s являє собою добуток коефіцієнтів:

$$s = s_1 s_2 s_3 .$$

Коефіцієнт s_1 враховує ступінь точності розрахунку: визначення зусиль, їх напрямку, напружень що виникають тощо. При помірно точних розрахунках $s_1 = 2..3$. Коефіцієнт s_2 вибирається в залежності від пластичності матеріалу та неоднорідності його властивостей. Для сталі 45 при $\sigma_T / \sigma_B = 0,6$ – $s_2 = 1.5...1.8$ [10]. Коефіцієнт s_3 враховує ступінь відповідальності деталі в конструкції, у випадку коли поломка призведе до зупинки робочого процесу $s_3 = 1.3$. Тоді:

$$s = s_1 s_2 s_3 = 2 \cdot 1,8 \cdot 1,3 = 4,7 .$$

Визначаємо допустиме напруження:

$$[\sigma]_p = 360 \text{ МПа} / 4,7 = 77 \text{ МПа} .$$

Знаходимо розрахунковий діаметр різьби хвостовика:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi [\sigma]_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 37.75 \text{ кН}}{\pi \cdot 77 \text{ МПа}}} = 0,251 \text{ м} = 25,1 \text{ мм} .$$

Номінальний діаметр різьби, з врахуванням кроку різьби p , мм:

$$d = d_p + 0.9 p = 25.1 \text{ мм} + 0,9 \cdot 2 \text{ мм} = 26,85 \text{ мм} .$$

						Лист
						50
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

В результаті розрахунків обираю стандартне різьбове з з'єднання з дрібним кроком М30х2.

Висновки по третьому розділу

Під час роботи над розділом було проведено розрахунки основних технічних параметрів. Визначено зусилля що діє на гідроциліндри при завантаженому контейнері. Розраховано робочий тиск на номінальну витрату гідросистеми. Підібрано насосний агрегат та гідроапаратуру у відповідності до технічних параметрів та гідравлічної схеми.

						Лист
						51
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

На сьогоднішній день велика увага приділяється інтенсифікації та підвищенню ефективності виробництва на базі упровадження досягнень науково-технічного прогресу. Провідна роль у вирішенні даної проблеми відводиться машинобудуванню. Перед цією галуззю поставлені завдання підвищення якості продукції та продуктивності праці, зниження питомої металоємкості машин та обладнання. Саме тому технологічний процес виготовлення деталі має бути таким, щоб з найменшими витратами ресурсів забезпечити встановлений конструктором рівень якості.

У пояснювальній записці описані порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Поршень»: технологічний контроль якості кресленика, аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі, вибір способу виготовлення заготовки та його технічне обґрунтування, визначення припусків та допусків аналоговим способом, призначення послідовності виконання операцій та проектування їх змісту, вибір устаткування та інструментів для кожної операції технологічного процесу та визначення елементів режимів різання аналоговим способом.

4.1. Технологічний контроль якості кресленика

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі вихідним документом є її креслення. Технолог повинен проконтролювати робоче креслення деталі, у відповідності до ГОСТ 14.206-73. У креслення входять відомості, необхідні для якісного виготовлення деталі, які дають повне уявлення про її конструкцію, а також усі проекції, розрізи, перерізи, які пояснюють конфігурацію деталі.

						Лист
						52
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Проаналізувавши креслення (рис.4.1) можна сказати, що на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі. Невказана шорсткість та шорсткість усіх поверхонь деталі позначена відповідно до ГОСТ 2789-73. Допуски та відхилення розмірів наведено відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82.

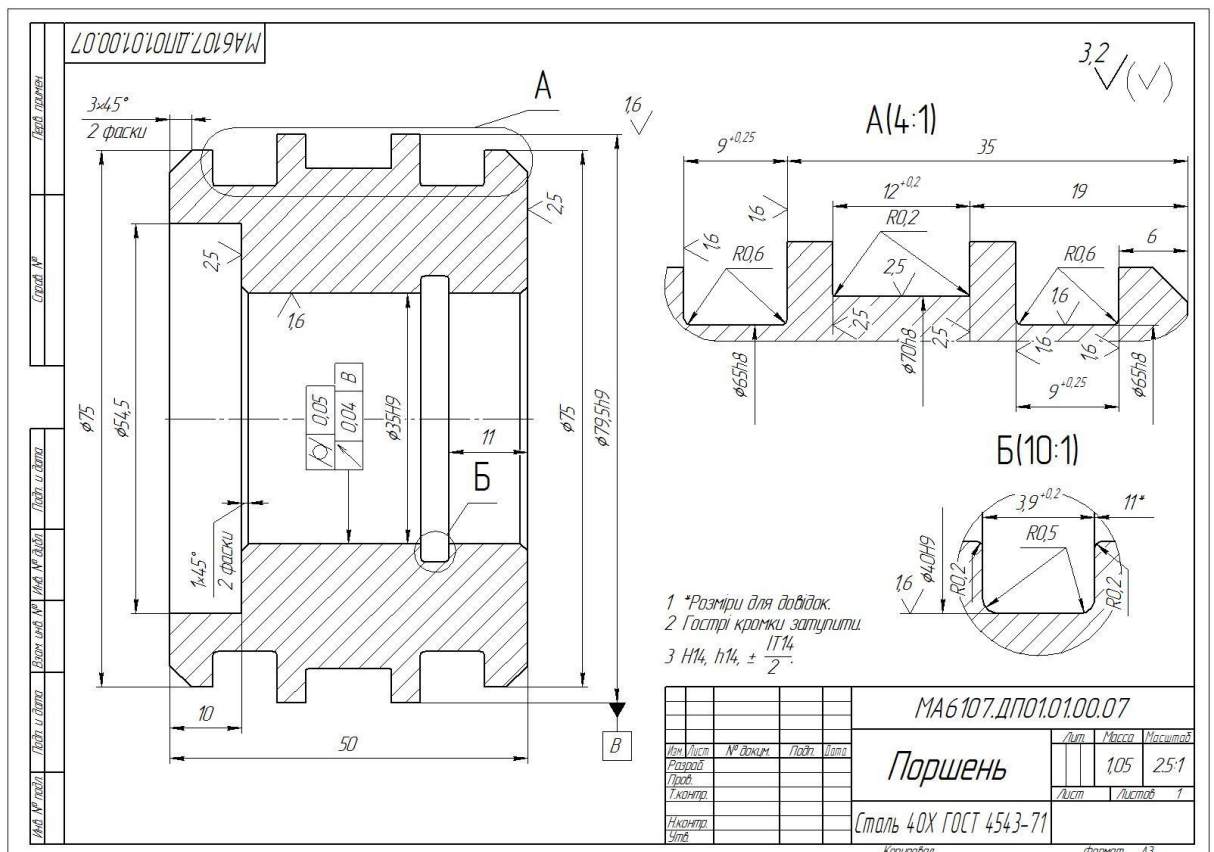


Рис. 4.1. Креслення деталі «Поршень»

Деталь «Поршень» являється складовою частиною поршневої групи гідроциліндра і призначений перетворення тиску робочої рідини в зусилля гідроциліндра.

Дана деталь має циліндричну зовнішню форму. Її можна віднести до класу спеціальних деталей. Деталь має західні фаски, канавки під на зовнішній циліндричній поверхні під манжетні ущільнення і канавку під гумове кільце ГОСТ9833-73. Посадочна поверхня Ø35Н9 з'єднується зі штоком гідроциліндра

Невказані граничні відхилення виконані за ГОСТ1 00022-81. Деталь і її конструктивно-технологічні елементи зображено на рис. 4.2.

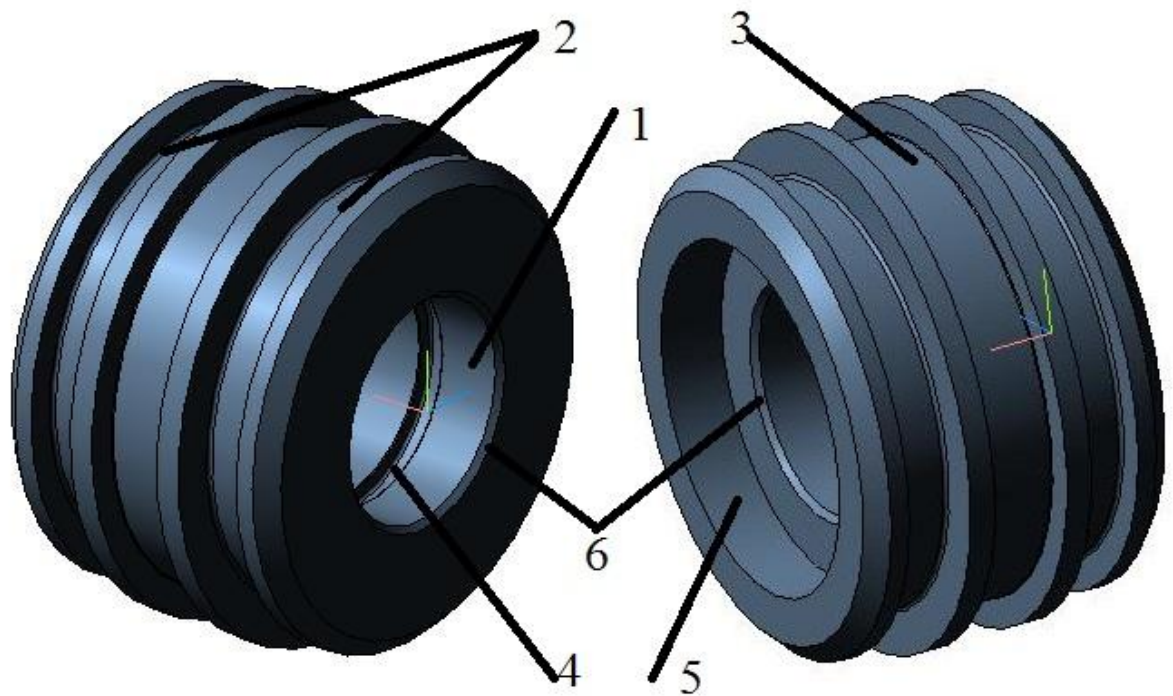


Рис. 4.2. Поршень гідроциліндра. Конструктивно-технологічні елементи:
1 – внутрішня циліндрична поверхня Ø35H9; 2 – канавка під манжетне ущільнення (2 шт.); 3 – канавка під направляючі півкільця; 4 – канавка під гумове кільце; 5 – розточка; 6 – фаски.

Поршень виготовляється із матеріалу Сталь 40Х. Сталь 40Х – це конструкційна легована сталь. Призначена для виробництва деталей підвищеної міцності. Продукція зі сталі 40Х виготовляється відповідно до вимог стандартів ДСТУ 7806 і ГОСТ 4543. Конструкційну леговану сталь марки 40Х використовують при виробництві деталей підвищеної міцності (осі, вали, вал-шестерні, плунжери, штоки, колінчаті і кулачкові вали, кільця, шпинделі, оправлення, рейки, губчаті вінці, болти, півосі, втулки та інші). Також хромисту сталь 40Х застосовують при виготовленні виробів куванням, холодним і гарячим штампуванням, сталевий прокат використовується при виробництві труб, ємностей та іншої продукції [11].

4.2. Технологічні операції.

Розробку технологічного процесу виготовлення деталі починають з вибору заготовки. Вибрати заготовку – означає визначити спосіб її отримання, розрахувати або підібрати за таблицями припуски на механічну обробку усіх

000. Заготівельна операція

В якості заготовки обираю пруток $\varnothing 85$ мм. ГОСТ 5950-2000 (рис. 4.3). спосіб різання приводними ножівками. Яким можна проводити різання круглого і профільного прокату діаметром до 300 мм. Ширина різання 1-3,5 мм., точність різання ± 2 мм до $\pm 4,5$ мм

Розрахунок припусків на механічну обробку наведено в таблиці 4.1 [12].

Таблиця 4.1.

		Rz, мкм	h, мкм	Δ , мкм	Σ , мкм
Якість поверхні прокату	Звичайна	160	250	250	660
Точність і якість прокату після різання	Різання приводними ножівками	200			200

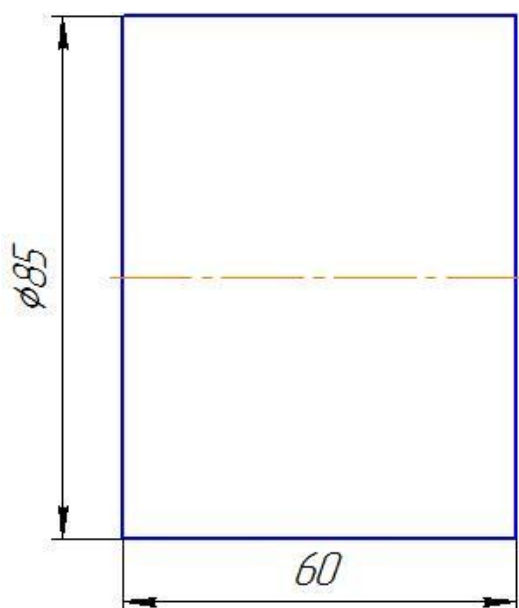


Рис.4.3. Розміри заготовки

005. Сердлильна операція.

Формується внутрішня циліндрична поверхня поршня. Обробка відбувається на токарно-гвинторізному верстаті 1к62. Інструмент – свердло Р6М5 d30 мм.

А. Встановити, закріпити, зняти

005.01. Просвердлити наскрізний отвір в розмір 1 (рис.4.4).

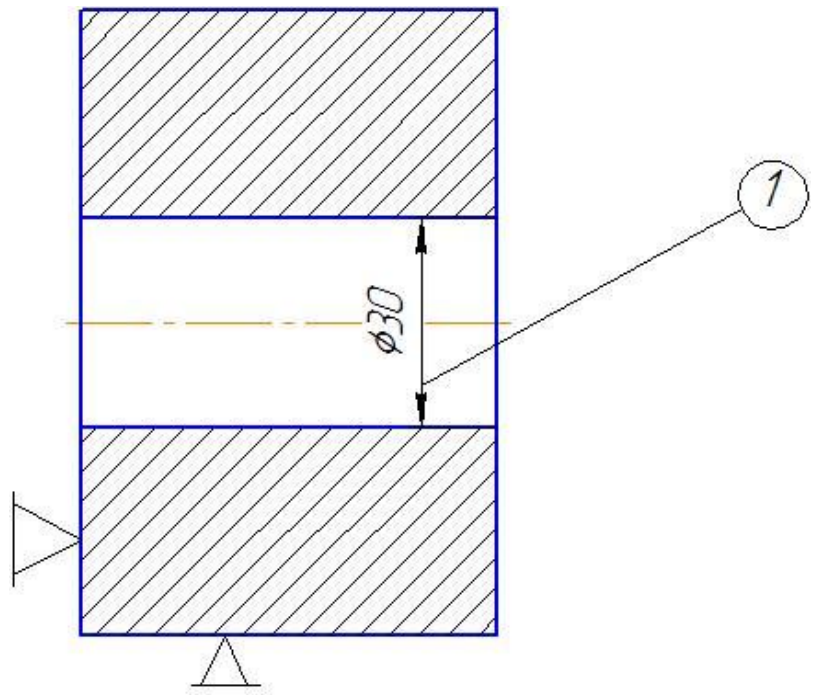


Рис. 4.3. Операція 005.

Припуски на механічну обробку отворів наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Свердління	Свердління спіральними свердлами	12	50	70	40	160

						Лист
						57
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Розточування різцями	Чорнове	12	40	50	50	140
	Чистове	11	32	30	30	122
	Однократне чистове	9	20	25	25	70
						332

015. Токарна операція.

Обробляється зовнішня циліндрична поверхня поршня та канавки під манжетні ущільнення і направляючі полукільця. Обробка відбувається на верстаті 1к62. Інструмент – різець ВК8 .

А. Встановити, закріпити, зняти

015.01. Обточити в розмір 1 (рис. 4.5).

015.01. Обточити в розмір 2 (рис. 4.5).

015.01. Зняти факсу в розмір 3 (рис. 4.5).

015.03. Виконати канавку під манжетне ущільнення за розмірами 4,6,8,7,11,12 (рис. 4.5).

015.04. Виконати канавку під направляючі полукільця в розміри 5,9,10 (рис. 4.5).

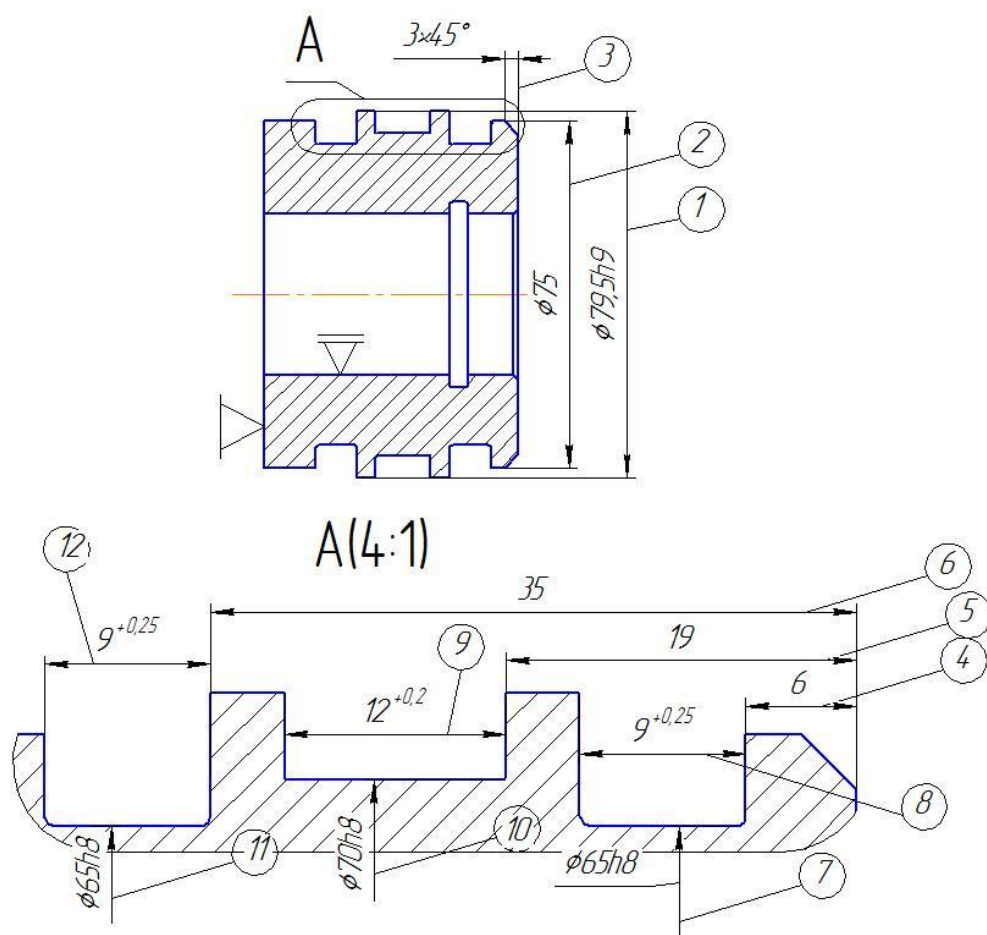


Рис.4.5. Операція 015.

Точність і якість після механічної обробки зовнішньої циліндричної поверхні представлено на таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Обточування різцями	Чорнове	12	50	50	50	150
	Чистове	11	32	30	30	122
	Однократне чистове	9	20	20	20	60
						322

015. Токарна операція.

Обробка проводиться на верстаті 1к62. Інструмент – різець підрізний Т5К10, різець розточний ВК8.

А. Встановити, закріпити, зняти

020.01. Підрізати в розмір 1 (рис. 4.6).

020.02. Проточити в розмір 2 (рис. 4.6).

020.03. Розточити в розміри 3,4 (рис. 4.6).

020.04. Зняти фаски в розміри 5,6 (рис. 4.6).

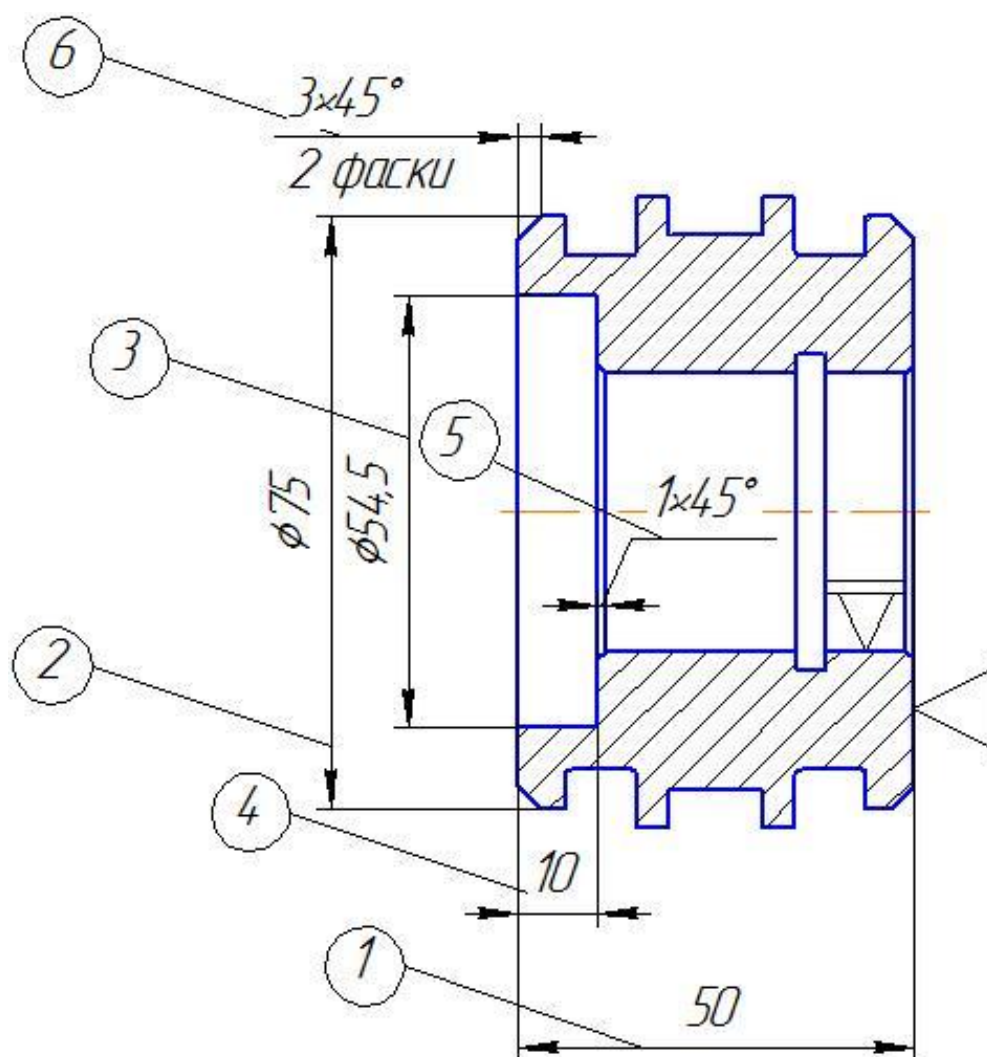


Рис.4.6. Операція 020.

Точність і якість після механічної обробки представлено на таблиці 4.5.

						Лист
						60
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблиця 4.5.

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Підрізання торцевих поверхонь	Чорнове	14	100	100	100	300
	Напівчистове	12	50	50	50	150
						450
Обточування різцями	Чорнове	12	50	50	50	150
	Чистове	11	32	30	30	122
						272
Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Розточування різцями	Чорнове	12	40	50	50	140
	Чистове	11	20	20	20	60
						200

025. Контроль.

Під час цієї операції проводиться контроль відповідності виготовленої деталі вимогам, що зазначені на кресленні. Інструмент:

- штангенциркуль ШЦ-I-300 0,1;
- нутромір НИ-18-50/150-0,01;
- мікрометр УТ-72305;
- індикатор годинникового типу ИЧ-10.

Висновки по четвертому розділу

Під час роботи над цим розділом було визначено технологію виготовлення деталі «Поршень», підібрано інструмент, визначено спосіб отримання заготовки, її матеріал, розраховано припуски на виготовлення деталі.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

В цьому розділі проводиться аналіз охорони праці шкідливих та небезпечних факторів на робочому гідравлічної системи автоматичного розвантаження контейнера. Проектування проводилося в кімнаті студентського гуртожитку з місці під час дипломного проектування. Завданням диплому є «Розробка гідравлічної системи автоматичного розвантаження контейнера» з використанням персонального комп'ютера.

Поліпшення умов праці, підвищення її безпеки та нешкідливості має велике соціальне та економічне значення і безпосередньо впливає на підвищення продуктивності праці

В даному розділі розглянуті питання електробезпеки, пожежної безпеки, освітлення приміщення та мікроклімату. Так як в розглядуваному об'єкті існує небезпека ураження електричним струмом - необхідно передбачити заходи і рішення щодо усунення цієї небезпеки.

5.1. Електробезпека.

Електробезпека електронно-обчислюваної техніки має відповідати вимогам ДНАОП 1.1.10-1.01- 2000 та ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [13].

Електронно-обчислювальна техніка, електропроводи та кабелі за виконанням і ступенем захисту мають мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.

Під час підключення та експлуатації ліній електромережі необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, застосовувати негорючу ізоляцію.

						Лист
						62
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Лінія електромережі для живлення електронно-обчислюваних машин виконується як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання нульового робочого та нульового, захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електропристроїв. Не допускається використовувати нульовий робочий провідник як нульовий захисний провідник.

Нульовий захисний провідник прокладається від стійки групового розподільного щита, розподільного пункту до розеток електроживлення.

Не допускається підключати на щиті до одного контактного затискача нульовий робочий та нульовий захисний провідники.

Не допускається підключати електронно-обчислювальні машини до звичайної двопровідної електромережі, в тому числі - з використанням перехідних пристроїв.

При організації робочих місць операторів електромережу штепсельних розеток для живлення електронно-обчислюваної техніки у центрі приміщення прокладають у каналах або під знімною підлогою в металевих трубах або гнучких металевих рукавах. При цьому не допускається застосовувати провід і кабель в ізоляції з вулканізованої гуми та інші матеріали, які містять сірку.

Електробезпека на робочу місці відповідає вимогам ДНАОП 1.1.10-1.01-2000 та ДСТУ Б В.2.5-82:2016

5.2. Пожежна безпека.

У дипломній роботі передбачено проведення ряду заходів, що спрямовані на забезпечення пожежної безпеки в приміщенні.

Перелік документів за якими дотримується протипожежний захист гуртожитку:

1. ДБН В.2.2-15:2019 “Житлові будинки. Основні положення”.
2. ДБН В.2.5-56:2010 “Системи протипожежного захисту”.

						Лист
						63
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3. ППБ в Україні.

Особливостями пожежної безпеки в гуртожитку є:

- відсутність пожежної спецтехніки, необхідної для евакуації людей;
- значно більший необхідний час евакуації людей (велика висота будівель, велика протяжність евакуаційних шляхів);
- швидке розповсюдження диму по сходовим клітинам, ліфтовим шахтам, сміттєпроводам, вентиляційним каналам та ззовні будівлі.

Основні запобіжні заходи і правила пожежної безпеки при експлуатації електричних та нагрівальних приладів, що використовуються у побуті, такі:

- нагрівальні прилади можна встановлювати тільки на негорючі підставки;
- забороняється залишати прилади, що включені, без нагляду;
- забороняється включати в одну розетку одночасно декілька приладів;
- необхідно спостерігати за щільністю контактів в місцях приєднання проводів приладів до вилки, клем між собою тощо;
- небезпечно замінювати запобіжники, що перегоріли, в телевізорах, приймачах і інших побутових приладах саморобними або плавкими запобіжниками;

Починати гасіння пожеж треба з того місця (ділянки), де вогонь може створити загрозу для людей, заподіяти найбільші матеріальні збитки, викликати вибух або руйнування конструкцій. Гасіння пожеж у будинках включає два періоди: період локалізації та період ліквідації пожежі.

У перший період основною задачею є - обмежити розповсюдження полум'я і одночасно здійснити заходи по рятуванню людей із палаючих будівель.

На другому етапі - здійснюються заходи по безпосередній ліквідації горіння. При цьому розміри вогнища пожежі можуть бути різними. В окремих випадках займання можна ліквідувати первинними засобами пожежегасіння, а саме: заливанням вогнища водою із відра, використовуючи воду із водопроводу

						Лист
						64
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

або сторонніх ємкостей; засипанням вогнища пожежі вогнем або землею, використовуючи лопати і пісок із ящика, встановленого біля входу в будівлю; заливанням вогнища пожежі водою із внутрішніх пожежних кранів; гасіння вогнища пожежі за допомогою вогнегасників.

Крім того, біля щита встановлюється діжка з водою місткістю не менш як 200 л і ящик з піском місткістю не менш як 0-5 куб. м.

Вогнегасники - надійний засіб гасіння займань до прибуття пожежних підрозділів, випускаються наступні типи вогнегасників: вуглекислотні, пінні, порошкові (рис.5.1) і аерозольні.

Вогнегасник являє собою сталеву тонкостінну посудину, у верхній частині якої приварена бобишка, у яку угвинчують вентиль з насадкою для створення струменя і ручкою для перенесення. В середині балону мається сифонна трубка.

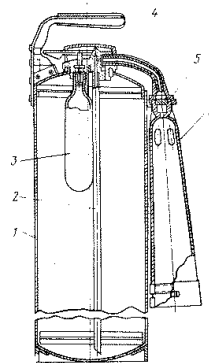


Рис.5.1. Повітряно-пінний вогнегасник ОВП-10 1 - корпус; 2 - сифонова трубка; 3 - балон; 4 - рукоятка; 5 - розпилювач; 6 - розтруб з сіткою

5.3. Загальна характеристика робочої зони

Робочою зоною являлась робоча кімната, яка була постійним робочим місцем під час розробки дипломної роботи (рис.5.2). Характеристика житлової площі з врахування проживання 2 осіб в кімнаті наведена в таблиці 5.1.

						Лист
						65
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

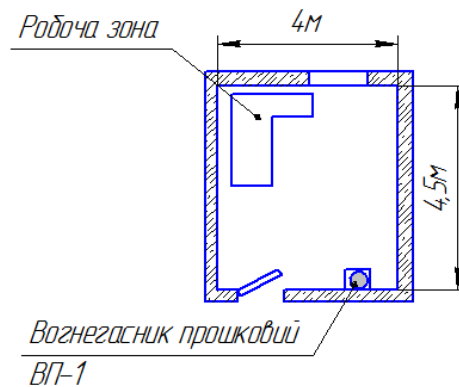


Рис.5.2 План приміщення

Величини показників мікроклімату у робочій зоні порівнюються з оптимальними показниками умов мікроклімату приміщень. Виходячи з ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень», визначаємо дану роботу, як легку фізичну роботу (категорія І) при якій витрата енергії дорівнює 105 - 140 Вт (90 - 120 ккал/год.) - категорія Іа, тобто робота, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження. Параметри мікроклімату наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.1

Характеристики приміщення

	Мінімальне значення	Дійсне значення
Житлова площа на 1 особу, м ² .	6	9
Об'єм житловго приміщення на 1 особу, м ³ .	20	22,5
Ширина двірного прорізу, м.	0,8	0,8
Розміри вікна, м ² .	0,9	1,4

Таблиця 5.2.

Характеристики мікроклімату приміщення

Категорія Ia. Теплий період року	Оптимальне значення	Фактичне значення	Відповідність нормам
Температура повітря, °С	22-24	22	Відповідає
Відносна вологість, %	60-40	55	Відповідає
Швидкість руху, м/с	Не більше 0,1	0,1	Відповідає

Проаналізувавши мікроклімат на робочому місці можна зробити висновок, що він відповідає вимогам ДСН 3.3.6.042-99.

5.4. Освітлення приміщень.

Серед чинників зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, світлу відводиться чільне місце.

Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці, при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Надмірна яскравість джерел світла може спричинити головний біль, різь в очах, розлад гостроти зору, світлові відблиски – тимчасове засліплення.

Приміщення з постійним перебуванням людей повинно мати, як правило, природне освітлення, проте природньому освітленню властиві і недоліки: воно непостійне в різні періоди доби та року, в різну погоду; нерівномірно розподіляється по площі виробничого приміщення; при незадовільній його організації може викликати засліплення органів зору.

						Лист
						67
Изм.	Лист	№ документа	Підпись	Дата		

Штучне освітлення передбачається в побутових приміщеннях, де недостатньо природного світла, а також для освітлення приміщень у темний період доби, під час якого також проводилась робота над дипломним проектом. При розрахунку штучного освітлення було забезпечено сприятливі гігієнічні умови для зорової роботи [14].

5.5. Визначення відповідності освітленості приміщення нормативним значенням штучного освітлення робочої зони.

Визначаю згідно ДБН В.2.5-28:2018 нормоване значення освітленості у робочому приміщенні.

Визначте фактичну освітленість у приміщенні. Для цього визначаємо індекс приміщення і по формулі [15]:

$$i = \frac{a \cdot b}{h_c(a + b)} = \frac{4 \cdot 4.5}{3,2(4 + 4.5)} = 0.75$$

де $a = 4,5$ м і $b = 4$ м довжина і ширина приміщення, $h_c = 1,9$ м – висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

Виходячи з індексу приміщення (i) та коефіцієнтів відбиття стелі, стін і підлоги ($\rho_{сл}$, $\rho_{сн}$, ρ_n), визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку η .

Стеля приміщення свіжопобілена $\rho_{сл} = 70\%$, стіни мають світло сірий колір $\rho_{сн} = 50\%$, підлога з дубового паркету $\rho_n = 30\%$. Висота робочої поверхні h_p становить 0,8м.

Для встановленої системи освітлення визначимо нормоване значення освітленості, яке залежить від характеристики зорової роботи при роботі над дипломною роботою: $s_o = 3$ мм - мінімальний розмір об'єкта, що розпізнається, характеристика фону – світла, контраст об'єкта розпізнавання з фоном – великий.

						Лист
						68
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

З заданих параметрів можемо встановити, що $E_H = 200$, лк.

Виходячи з типу ламп, а саме дволампові світильники VIS-40-E40 потужністю 40 Вт, світловий потік відповідатиме значенню $F_{\text{л}} = 3100$ лм.

Визначаємо фактичне значення освітленості в приміщенні $E_{\text{ф}}$:

$$E_{\text{ф}} = \frac{F_{\text{л}} \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z}$$

де $N=2$ – кількість світильників, од.,

$n=$ – кількість ламп в світильнику, од.,

$\eta=0,56$ – коефіцієнт використання світлового потоку,

$S=18 \text{ м}^2$ – площа приміщення,

$k_3=1,5$ – коефіцієнт запасу,

$z=1,1$ – коефіцієнт нерівномірності.

$$E_{\text{ф}} = \frac{F_{\text{л}} \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z}$$

Порівняємо фактичне значення освітленості, що створює у приміщенні задана система загального штучного освітлення, з нормативним значенням штучного освітлення робочої зони.

$$\frac{E_H - E_{\text{ф}}}{E_H} \cdot 100\% = \frac{200 - 93.9}{200} \cdot 100\% = 53\%$$

Оскільки маємо невідповідність освітленості приміщення нормам, розрахуємо необхідну кількість світильників та зобразимо умовну схему їх розташування.

Кількість світильників N_p , необхідних для досягнення оптимального значення освітленості:

						Лист
						69
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$N_p = \frac{S \cdot k_3 \cdot z \cdot E_H}{F_l \cdot n \cdot \eta} = \frac{18 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 200}{3100 \cdot 1 \cdot 0,56} = 4$$

Освітленість з оптимальною кількістю світильників:

$$E_\phi = \frac{F_l \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z} = \frac{3100 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 0,56}{18 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 187,9_{лк}$$

Повторно проведемо порівняння фактичного значення освітленості з нормативним значенням штучного освітлення робочої зони.

$$\frac{E_H - E_\phi}{E_H} \cdot 100\% = \frac{200 - 187,9}{200} \cdot 100\% = 6,05\%$$

На підставі отриманих результатів можна відзначити відповідність перерахованої системи штучного освітлення у розглянутому приміщенні нормативним вимогам, оскільки відхилення фактичного значення від нормативного на 10%.

Висновки по п'ятому розділу

Під час роботи над цим розділом мною було проведено аналіз робочого щодо його електро – та пожежобезпеки, визначено заходи які проводяться для запобігання ураження струмом і виникнення пожежі. Також зроблено аналіз мікроклімату та освітлення робочого місця. За результатами розрахунку було підібрано оптимальну кількість світильників, оскільки освітлення приміщення не відповідало нормам ДБН В.2.5-28:2018.

						Лист
						70
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання проекту було проведено аналіз способів та схем перевантаження сипучих матеріалів та штабелів в портах, визначено їхні недоліки та проблематику.

На етапах проектування проведено переобладнання морського стандартного контейнера, оснащено гідравлічною станцією та виконавчими гідроциліндрами. Розроблено гідравлічну принципову гідравлічної станції. Розраховано основні параметри гідросистеми та гідроциліндрів, виконано гідравлічний розрахунок, підібрано насосну установку. Шток гідроциліндра, а також кріплення гідроциліндра було перевірено на міцність та жорсткість, конструкція задовольняє усі умови міцності із запасом.

У проекті описано порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Поршень»: технологічний контроль якості кресленика, аналіз службового призначення деталі та умов її роботи, вибір способу виготовлення заготовки та його технічне обґрунтування.

Практично було визначено загальний мікроклімат приміщення, виконано розрахунок освітленості, проведено аналіз пожежо- і електробезпеки місця де виконувався проект.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Максименко О. Як реанімувати транзитний потенціал України? [Електронний ресурс] / О. Максименко, Т. Алексенко // Газета Дзеркало Тижня. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://dt.ua/gazeta/issue/1221>.

						Лист
						71
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2. Гуревич Г.Е., Немчиков В.И. Организация и планирование работы морского транспорта. М.: Транспорт, 1972. 352 с.

3. Intermodal Marine Container Transportation: Impediments and Opportunities [Электронный ресурс] // Transportation Research Board. – 1992. – Режим доступа до ресурсу: <http://worldcat.org/issn/07386826>.

4. Каталог-Інструкція по обслуговуванню [Електронний ресурс] // Ponar Wadowice. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: https://www.ponar-wadowice.pl/uploads/attachments_prod/uzphe6_ru.pdf.

5. Руководство по расчету и проектированию железобетонных, стальных и комбинированных бункеров / Лен промстройпроект. — М.: Стройиздат, 1983. — 200 с.

6. Гидравлика и гидропривод в примерах и задачах: учеб. пособие. / Г.Я. Суров, А.Н. Вихарев, И.И. Долгова, В.А. Барабанов. – 2-е изд., перераб. и доп. - Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2010. -338 с.

7. Свешников В. К., Усов А. А. Станочные гидроприводы. Справочник. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. Машиностроение, 1988 г. – 512 с.

8. Буслов В. К. Методичні вказівки до курсового проекту за курсом "Проектування об'ємних гідроприводів" для студентів з фаху "Гідравлічні і пневматичні машини" / В. К. Буслов. – Київ: НТУУ "КПІ", 2008. – 80 с.

9. Підручник / Г. С. Писаренко О. Л. Квітка, Е. С. Уманський. Опір матеріалів / За ред. Г. С. Писаренка — К.; Вища школа, 1993. – 655 с.

10. Самохвалов Я. А., Левицкий М. Я., Григораш В. Д. Справочник техника-конструктора. Киев, «Техніка», 1978. – 592 с.

11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.

12. Харламов Г. А. Припуски на механическую обработку / Г. А. Харламов, А. С. Тарапанов. – Москва: Машиностроение, 2006. – 256 с.

13. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні вимоги.

						Лист
						72
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

14. Основи охорони праці: Підручник 2-ге видання, доповнене та перероблене. К.Н.Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, С.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Козяков, Л.О. Мітюк. За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського – К.: Основа,2006 – 448с.

15. Ганзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.П. Ганзюк, Є.П. Желібо, М.О.Халімовський. – видання 2-ге – Київ: Каравела, 2005 – 390 с. – (Вища освіта в Україні).

						Лист
						73
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		